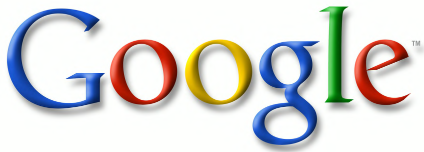
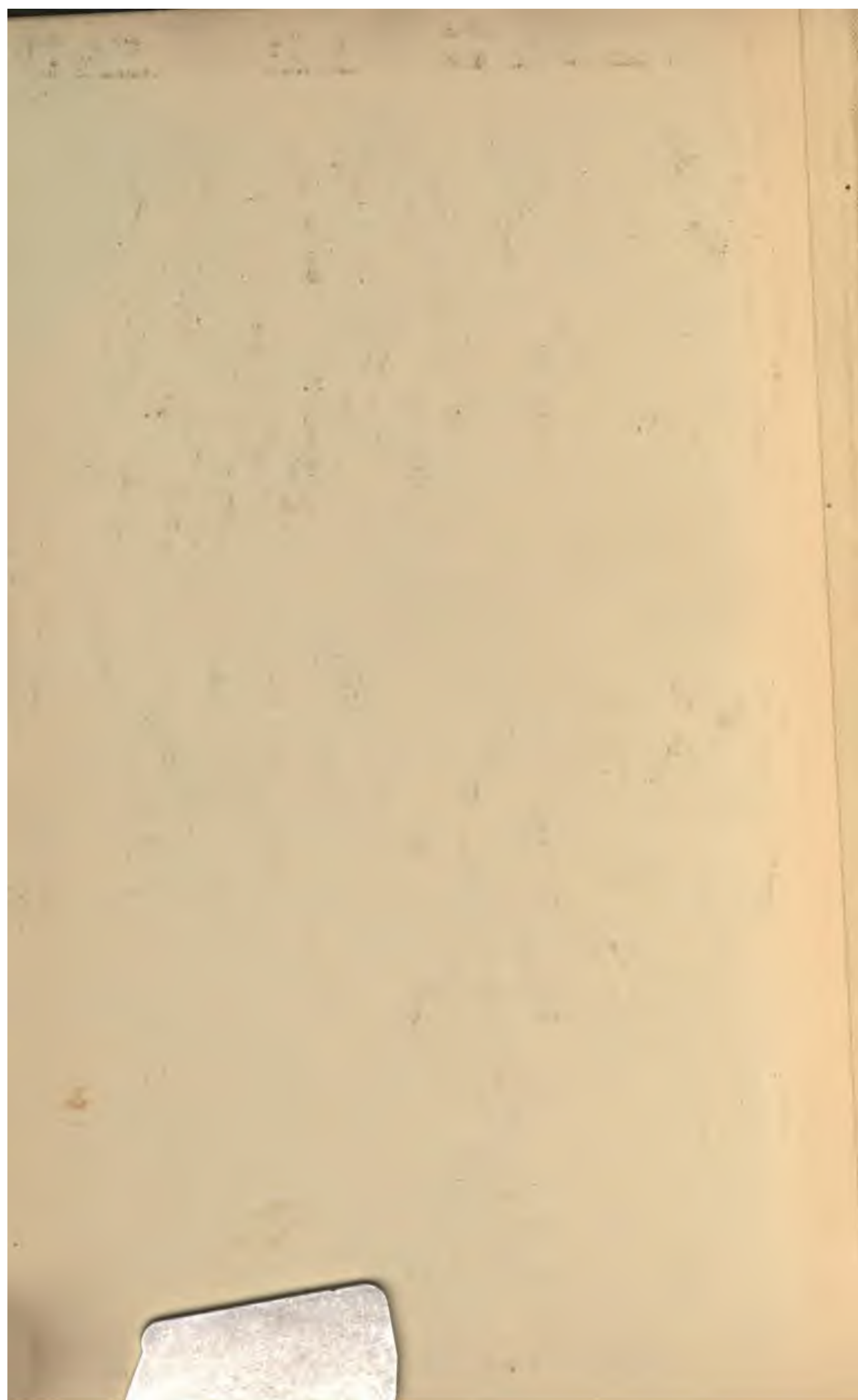






VEC

Haberstr

TEUBNERS HANDBÜCHER FÜR HANDEL UND GEWERBE
HERAUSGEGEBEN VON
PRÄSIDENT DR. VAN DER BORGHT-BERLIN, PROF. DR. SCHUMACHER-BONN
UND REGIERUNGSRAT DR. STEGEMANN-BRAUNSCHWEIG

ANLAGE VON FABRIKEN

VON

H. HABERSTROH
BAUINGENIEUR IN HOLZMINDEN

E. GÖRTS
REGIERUNGSBAUMEISTER IN REMSCHEID

E. WEIDLICH
STADTBAURAT UND REGIERUNGS-
BAUMEISTER A. D. IN HOLZMINDEN

DR. R. STEGEMANN
REGIERUNGSRAT IN BRAUNSCHWEIG

MIT 274 ABBILDUNGEN UND PLÄNEN IM TEXT UND 6 TAFELN.



DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG 1907

Inhaltsverzeichnis.

Die Fabrikgebäude.

Von Bauingenieur H. Haberstroh, Oberlehrer der herzogl. Baugewerkschule zu Holzminden.

D. Bauvorschriften.

E. Baustoffe.

F. Baukonstruktionen.

K. Instandhaltung.

L. Abänderungen und Erweiterungen.

M. Musterbeispiele.

Heizung, Lüftung und Beleuchtung. Wasserversorgung, Abwässerbeseitigung und Reinigung der Abwässer.

Von Stadtbaurat und Regierungsbaumeister a. D. E. Weidlich in Holzminden.

A. Heizung.

B. Lüftung.

C. Beleuchtung.

D. Wasserversorgung.

E. Abwässerbeseitigung und Reinigung der Abwässer.

Innere Einrichtung.

Von Regierungsbaumeister E. Görts in Remscheid.

A. Einleitung.

B. Die Kraftanlagen.

C. Der Gang der Fabrikation.

D. Die Stellung der Arbeitsmaschinen.

E. Die Transmission.

F. Die Transporteinrichtungen.

G. Die Vorrichtungen zur Verhütung von Unfällen.

Bauliche Anlagen für die Wohlfahrt der Arbeiter.

Von Regierungsrat Dr. R. Stegemann in Braunschweig.

Die Fabrikgebäude.

Von Bauingenieur **H. Haberstroh**, Oberlehrer der herzogl. Baugewerkschule zu Holzminden.

A. Einleitung.

Allgemeines über Fabrikgebäude.

Bei der Errichtung von Fabrikgebäuden muß man sich stets bewußt bleiben, daß dieselben niemals um ihrer selbst willen, sondern zum Zwecke des Gelderwerbs gebaut werden. Behält man diesen Zweck klar vor Augen, so wird man nicht in den Fehler verfallen, Fabrikgebäude durch unnötigen und kostspieligen Schmuck und Putz in ungerechtfertigtem Maße zu verteuern oder gar der schöneren Form die zweckdienliche Anordnung unterzuordnen.

Die an ein Fabrikgebäude zu stellende vornehmste Anforderung ist eine tadellose, möglichst lange Dauer versprechende Ausführung und eine nach allen Richtungen hin zweckmäßige und praktische Anlage.

Man kann einem solchen Gebäude trotzdem schon durch eine angemessene Form und Gruppierung der Fensterflächen, durch die verschiedene Höhenlage der Dächer, durch vorspringende Teile u. dergl. ein gefälliges Äußere geben, ohne besondere Geldmittel dafür aufzuwenden und ohne dem Hauptzwecke zu schaden.

B. Bauplatz.

1. Gründungsplan.

Wer bauen will, muß zunächst einen Bauplatz als Eigentum besitzen oder erwerben. Der Begriff des Eigentums ist durch die §§ 903—905 des B. G. B. festgelegt.

Bevor zur Wahl eines Bauplatzes geschritten wird, ist es not-

wendig, für die zu errichtende Fabrikanlage einen möglichst sorgfältigen Gründungsplan aufzustellen. Der Unternehmer muß sich zu diesem Zwecke vollständige Klarheit über die Größe des beabsichtigten Unternehmens sowie über dessen später etwa vorzunehmende Erweiterung verschaffen. Nach diesem beabsichtigten Umfang des Betriebes sind dann die Anzahl und Größe der benötigten Räume sowie deren günstigste Anordnung zu bestimmen. Besonders sind die erforderlichen Arbeitsmaschinen aufzuführen mit ihrer Größe, ihrer Aufeinanderfolge und ihren notwendigen Zwischenräumen. Ferner ist die Größe der zum Betriebe erforderlichen Kraft annähernd zu berechnen und Anzahl, Größe und Raumbedürfnis für Dampfmaschine, Dampfkessel und Dampfschornstein festzustellen. Ebenso ist eine überschlägliche Berechnung der erforderlichen Räume oder Lagerplätze für Rohstoffe und fertige Waren sowie für Brennmaterialien beizufügen. Auch über die Menge des nötigen Betriebswassers sowie über dessen Eigenschaften, über die Menge und Art der Abfallstoffe und Abwässer, sowie über deren etwaige Reinigung und günstigste Beseitigung wird der Gründungsplan Auskunft geben müssen. Alles, was für den späteren Betrieb von Bedeutung ist, wird hier zu überlegen und aufzuführen sein, also außer den obigen Angaben solche über Größe und Lage von Räumen für Geschäftszimmer, Musterlager, für den Aufenthalt der Arbeiter in den Arbeitspausen, für die Einnahme von Mahlzeiten, für Wasch- und Badezwecke, für Aborte und Pissoire. In diesem Gründungsplan wird auch schon auszudrücken sein, welche Bauart nach der Art des Betriebes und nach bisher bei ähnlichen Anlagen gemachten Erfahrungen sich für den vorliegenden Fall wohl am besten eignen würde, ob es z. B. zweckmäßig erscheint, die ganzen Räume auch etwa in einem mehrstöckigen Gebäude unterzubringen, oder ob wegen der Feuergefährlichkeit gewisser Stoffe oder gewisser Betriebsprozesse sich die Anlage mehrerer voneinander getrennter Gebäude empfiehlt. Auf die Größe der nötigen Verkehrswege, der nötigen Verladeplätze u. dergl. ist ebenso Rücksicht zu nehmen wie auf das Platzbedürfnis bei einer später vielleicht notwendig werdenden Erweiterung der ganzen Fabrikanlage.

Es werden hier auch schon die in den folgenden Absätzen über Bauvorschriften, Baustoffe, Bauverband, über den Entwurf sowie über Kostenüberschläge gemachten Angaben weitgehendste Berücksichtigung finden müssen.

2. Entwurfsskizze und Kostenüberschlag.

Nach diesem möglichst ausführlich und klar aufgestellten Programm ist sodann zunächst eine vorläufige Entwurfsskizze der *ganzen Fabrikanlage* auszuarbeiten.

Nur selten wohl wird der Unternehmer in der Lage sein, dieses Programm oder die Entwurfsskizze selbständig und allein aufzustellen und auszuführen. Wenigstens wird es sich bei allen größeren Anlagen und überall, wo es sich um Aufstellung von Maschinen von größerer Bedeutung oder in größerer Anzahl handelt, oder wo irgend umfassendere Bauanlagen in Frage kommen, empfehlen, von vornherein sowohl den Maschineningenieur als den Baumeister mit zu Rate zu ziehen.

Ersterer wird die besten Angaben darüber machen können, welche Maschinen zur Anwendung gelangen sollen, um den erstrebten Zweck auf die einfachste und billigste Weise zu erreichen, in welcher Reihenfolge und Anordnung die einzelnen Arbeitsmaschinen am zweckmäßigsten aufzustellen sind, welche Lage die erforderlichen Transmissionen zu erhalten haben u. dergl. Nach diesen Angaben wird dann von dem Baumeister die Skizze für den Bauentwurf zu fertigen und ein Kostenüberschlag nach den im Kapitel H. später gemachten Ausführungen aufzustellen sein.

Programm wie Entwurfsskizze werden dann nach Fertigstellung nochmals von dem Unternehmer, dem Maschineningenieur und dem Bausachverständigen einer gründlichen Durchsicht und Besprechung unterzogen und in denjenigen Punkten, in denen sich dies als wünschenswert oder erforderlich herausstellen sollte, geändert. Es ist ratsam, daß alle irgendwie von Wichtigkeit erscheinenden Erfordernisse oder Angaben schriftlich dem Programm beigefügt werden, oder daß darüber ein besonderes Protokoll aufgenommen wird.

Für Fabrikanlagen, bei denen die zu liefernden Maschinen eine Hauptrolle spielen, werden derartige Entwurfsskizzen meist schon von der als Lieferantin in Aussicht genommenen Maschinenfabrik gefertigt. Oftmals liefern die betreffenden Maschinenfabriken diese Skizzen unentgeltlich, zuweilen nur unter der Voraussetzung, daß später die erforderlichen Maschinen bei ihnen in Bestellung gegeben werden. Um spätere Auseinandersetzungen in dieser Hinsicht zu vermeiden, wird der Unternehmer gut tun, sich vorher über diesen Punkt oder über die Höhe des Honorars für die Entwurfsskizze und den Kostenüberschlag Klarheit zu verschaffen.

Immerhin wird es für den Fabrikanten von Nutzen sein, wenn er auch für den Fall, daß die Projektskizze von einer Maschinenfabrik geliefert wird, von vornherein einen Bausachverständigen und zwar am besten einen solchen, der mit den örtlichen Verhältnissen vertraut ist, mit zu Rate zieht, da auf diese Weise gleich von Anfang an auf eine Menge wichtiger Punkte gebührend Rücksicht genommen werden kann, wie z. B. auf die in der betreffenden Gegend vorkommenden Baustoffe, auf die Höhe der Kosten sowohl für diese wie für Arbeitslöhne u. dergl. Es kann zweckmäßig sein, wenn hierzu gleich die-

jenige Person gewählt wird, welcher, wenn nicht die ganze Bauausführung, so doch die Bearbeitung des späteren, endgültigen Entwurfs und die Bauleitung übertragen werden soll.

Die Skizze wird in einem kleineren Maßstabe angefertigt als der Entwurf selbst. In der Regel genügt für kleinere Anlagen ein Maßstab von 1:200, während für sehr große Anlagen ein noch kleinerer Maßstab zu wählen ist. Es müssen von jedem Gebäude mindestens ein Hauptgrundriß, ein Querschnitt, eine Ansicht und nach Erfordern weitere Grundrisse, Schnitte und Ansichten dargestellt sein. Aus ihnen muß die allgemeine Anordnung der Räume, die Art der Konstruktion, die zu verwendenden Baustoffe, die Anordnung der Türen, Fenster, Treppen, die Lage der Transmissionen, der Standort der Maschinen usw. hervorgehen. Sind mehrere Gebäude vorhanden, so wird auch die Beifügung eines kleinen Lageplans erforderlich, der etwa im Maßstab 1 : 500 oder bei sehr ausgedehnten Anlagen im Maßstab 1 : 1000 anzufertigen ist. Aus diesem soll die Lage der einzelnen Gebäude, Zufuhrstraßen, Lagerplätze, ferner die Lage der Hauptstraße, der Abstand der Gebäude voneinander sowie von Nachbargrenzen und Nachbargebäuden, die für später notwendige Vergrößerungen erforderlichen Bodenflächen sowie die für die projektierte Anlage wünschenswerteste Himmelsrichtung klar hervorgehen. Wie jede technische Zeichnung muß auch diese Skizze mit einem Maßstab versehen sein.

Selten nur wird es bei einer solchen Projektskizze allein sein Bewenden haben können. In der Regel werden mehrere derselben angefertigt werden müssen, sei es nun, daß man aus mehreren möglichen Lösungen die für den Betrieb günstigste durch Vergleich erst herausfindet, sei es, daß man sich bei verschiedener Gruppierung der Gebäude, bei Anordnung der einzelnen Räume in einem Gebäude oder in mehreren, bei Unterbringung derselben in einem Stockwerk oder in verschiedenen, übereinanderliegenden über die auf diese Weise in den einzelnen Fällen entstehenden Kosten Klarheit verschaffen will.

Auf Grund der Entwurfsskizzen bezw. der gefertigten Lageplanskizzen wird nunmehr noch der für die Anlage erforderliche Flächeninhalt des Grund und Bodens berechnet, worauf zur Wahl des Bauplatzes geschritten werden kann. Auch wenn nicht von vornherein mehrere Lösungen überdacht und skizziert sind, wird man oft bei der Wahl des Bauplatzes dazu geführt werden. Nur in den seltensten Fällen wird sofort ein solcher Platz zur Verfügung stehen, der allen Anforderungen sowohl in bezug auf die allgemeinen Grundbedingungen für die Fabrikanlage überhaupt als in bezug auf eine möglichst vollkommene und günstige Gestaltung der Gebäude und des sich darin vollziehenden Betriebes genügt, ohne daß die Erwerbungskosten allzu erhebliche werden. Meist wird man auf durchaus ideale Verhältnisse von vornherein verzichten müssen. Allen zur Verfügung stehenden

Bauplätzen werden diese oder jene kleineren Mängel anhaften, und es wird Sache einer reiflichen Überlegung, Untersuchung und Berechnung sein, die Wahl so zu treffen, daß die Summe der Vorzüge möglichst groß, die Summe der Nachteile möglichst gering wird, wobei man beides durch Geldsummen auszudrücken suchen muß.

3. Benutzung vorhandener Wasserkraft.

In einzelnen Fällen kann die eine oder die andere der technischen Grundbedingungen schon mit zwingender Notwendigkeit auf einen bestimmten Bauplatz hinweisen oder doch die Wahl in verhältnismäßig enge Grenzen stellen. Solche Fälle können eintreten, wenn es sich z. B. darum handelt, für das Unternehmen eine vorhandene Wasserkraft zum Betriebe auszunutzen.

Es wird hierbei zu unterscheiden sein, ob die notwendigen Anlagen zur Ausnutzung der Wasserkraft bereits vorhanden sind, oder ob sie erst geschaffen werden müssen. Für beide Fälle ist die Größe der zur Verfügung stehenden Kraft von höchster Bedeutung, sodann die Frage, ob diese Kraft ziemlich gleichmäßig das ganze Jahr hindurch vorhanden ist und ausgenutzt werden kann, oder ob sie etwa im Sommer unter Wassermangel, im Winter durch Frost oder Eisgang leidet. Endlich werden bei einer bestehenden Anlage der Kaufpreis, bei einer neu herzustellenden die Bau- und Einrichtungskosten, bei beiden die Unterhaltungs- und Amortisationskosten in Rechnung zu ziehen sein.

Zur Erzielung des für die Ausnutzung einer Wasserkraft notwendigen Gefälles werden fließende Gewässer mit Stauanlagen in Form fester oder beweglicher Wehre versehen, oder es wird das Wasser durch einen Zuleitungsgraben oder dergl. zunächst einem Sammelteiche zugeführt.

Für alle derartigen Anlagen ist die obrigkeitliche Genehmigung erforderlich. Es sind daher schon bei Aufstellung eines solchen Entwurfs die rechtlichen Verhältnisse eingehend zu prüfen, und ist sorgfältig zu untersuchen, inwieweit öffentliche Interessen oder die Rechte dritter Personen durch die Anlagen berührt werden.

Die rechtlichen Verhältnisse werden für solche Anlagen außer durch die „Gewerbeordnung“ in den einzelnen Staaten durch besondere Gesetze geregelt und zwar in Preußen durch das Gesetz wegen Wasserstaues bei Mühlen und Verschaffung der Vorflut vom 15. November 1811 und durch das Gesetz über Benutzung der Privatflüsse vom 28. Februar 1843, durch das Allgemeine Landrecht, Teil II, Titel 15, 5. Abschnitt: Von der Mühlengerechtigkeit. Das B. G. B. trifft hier keine Änderungen, denn im Einführungsgesetz lauten:

Artikel 65: Unberührt bleiben die landesgesetzlichen Vorschriften, welche dem Wasserrecht angehören, mit Einschluß des Mühlenrechts, des Flötzrechts, des Flößereirechts, sowie der Vorschriften zur Beförderung der Bewässerung und Entwässerung der Grundstücke und der Vorschriften über Anlandungen, entstehende Inseln und verlassene Flußbetten.

Artikel 66: Unberührt bleiben die landesgesetzlichen Vorschriften, welche dem Deich- und Siebrecht angehören.

Die Größe einer Wasserkraft berechnet sich aus der in einer Sekunde abgeführten Wassermenge und dem Gefälle, und zwar ist der absolute oder Roheffekt, ausgedrückt in Pferdekräften, gleich Wassermenge in Liter mal Gefälle in Meter geteilt durch 75.

Die in der Sekunde abgeführte Wassermenge erhält man, wenn man die mittlere Geschwindigkeit mit dem Querschnitt multipliziert. Die zur Ermittelung dieser Werte notwendigen Messungen müssen in sorgfältiger Weise von einem Techniker ausgeführt werden.

Bei den zur Ansammlung des Wassers und zur Erhöhung des Gefälles ausgeführten Stauanlagen ist besonders die Stauweite zu beachten. Dieselbe reicht ungefähr bis zu der Stelle, an welcher die Sohle des Wasserlaufs gleich hoch mit dem gestauten Wasserspiegel am Wehr liegt. Auch in die Seitentäler der Nebengewässer erstreckt sich die Stauwirkung in ähnlichem Umfange, was zur Vermeidung von Vorflutschäden zu beachten ist.

Der Wert einer Wasserkraft ist sehr schwer zu ermitteln und schwankt sehr bedeutend (50—300 ℳ für die Rohpferdekraft, 500—1000 ℳ für die ausgebaute bei Kleinwasser). Es ist dabei die Veränderlichkeit der Wassermenge und des Gefälles in Betracht zu ziehen, der Zustand der ganzen Anlage, die Beschaffenheit der Wehre, Röhrenleitungen, Kanäle, Gerinne usw., sowie der Umfang der Unterhaltungspflicht.

Man versucht den Wert einer Wasserkraft auch dadurch zu ermitteln, daß man ihr eine gleich starke Dampfanlage (Anlage-, Betriebs- und Abschreibungskosten) gegenüberstellt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Wasserkraft bei Wassermangel nachläßt, und daß sie in der Regel nicht erweiterungsfähig ist, so daß eine Wasserkraft höchstens zur Hälfte des Wertes einer gleich großen Dampfkraft veranschlagt werden kann, in der Regel aber noch weit geringer.

Wenn auch Wasserkraftmaschinen als einzige Kraftmaschinen in vielen Fällen keine Verläßlichkeit besitzen, so sind sie doch oft neben einer Dampfmaschine recht nützlich und wertvoll.

4. Lage des Bauplatzes

(in der Nähe des Gewinnungsplatzes der Rohstoffe oder Brennstoffe).

Mitunter machen die in sehr großen Massen zur Verarbeitung gelangenden Rohstoffe oder die in überwiegenden Mengen erforder-

lichen Brennstoffe zur Ersparnis von Transportkosten die Anlage der Fabrik schon von vornherein in möglichster Nähe des Gewinnungsortes dieser Stoffe erforderlich. In bezug auf die Rohstoffe wird dies beispielsweise der Fall sein bei Ziegeleien und anderen Tonwarenfabriken, bei Kalk- und Gipsbrennereien u. dergl., in bezug auf das Brennmaterial dagegen bei Hochofenanlagen.

5. Nähe der Verkehrswege.

In allen Fällen wird das Vorhandensein von Verkehrswegen für die Anlage einer Fabrik von höchster Bedeutung sein. Es kommen hier Eisenbahnen, Wasserstraßen und Landstraßen in Betracht. Jede Fabrik wird durch eine Landstraße zugänglich zu machen sein, auch wenn sie außerdem noch an einer Eisenbahn oder Wasserstraße gelegen ist. Es wird dies in der Regel schon durch äußere Umstände, beispielsweise durch die Baupolizeivorschriften, bedingt. Die Landstraße als einziges, unmittelbares Verkehrsmittel wird in allen Fällen genügen, wo sowohl die Rohstoffe als die fertigen Waren entweder so wie so zum größten Teil durch Landfuhrwerke befördert werden müssen, oder wo sie in ihren jährlichen Gewichtsmengen nicht sehr bedeutend sind. Überall dagegen, wo die Rohstoffe und das Heizmaterial von auswärts bezogen werden, wo die fertigen Waren zum größten Teil auf auswärtige Absatzgebiete angewiesen sind, und wo es sich um bedeutende Gewichtsmengen handelt, die jährlich befördert werden müssen, wird es für das Gedeihen der Fabrik notwendig oder höchst wünschenswert sein, wenn die Güterbeförderung unmittelbar auf der Eisenbahn oder auf dem Wasserwege geschehen kann (siehe Musterbeispiele 1—3).

Beide Verkehrswege gestatten eine verhältnismäßig billige Versendung großer Gütermengen, und zwar stellen sich die Kosten auf dem Wasserwege immer noch bedeutend billiger als auf der Eisenbahn. Letztere gewährt dagegen den Vorteil größerer Schnelligkeit und Unabhängigkeit von der Jahreszeit und von der Witterung. Manche Waren werden von vornherein auf den Eisenbahntransport angewiesen sein, weil sie auf dem Schiff Gefahr laufen durch Anziehen von Feuchtigkeit zu verderben, oder weil sie überhaupt eine sich länger hinziehende Transportzeit nicht vertragen. Milch, Butter, Fleisch und andere Lebensmittel werden meist, zumal bei großen Entfernungen, auf den Eisenbahntransport angewiesen sein; ebenso wird man diesen für alle Waren wählen, die im Verhältnis zu ihrem Gewicht einen höheren Wert besitzen, so daß etwas höhere Beförderungskosten dabei keine große Rolle spielen. Dagegen wird der Wasserweg für alle Massengüter, die einen verhältnismäßig niedrigen Wert haben, die der Gefahr des Verderbens nicht ausgesetzt sind, und bei denen

eine etwas längere Transportzeit nicht ins Gewicht fällt, mit Vorteil zu wählen sein. Hierher gehören vor allen Dingen die meisten unserer Baustoffe wie Ziegel und andere Tonwaren, andere künstliche Steine, Sand, Kies, natürliche Steine, Holz u. dergl. Letzteres wird auf dem Wasser oft verflößt, wodurch einerseits die Kosten für ein besonderes Fahrzeug fortfallen, anderseits die Eigenschaften des Holzes namentlich in Form ganzer Stämme dadurch verbessert werden, daß demselben gewisse, besonders eiweißartige Stoffe durch Auslaugen entzogen werden, wodurch das Holz eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Fäulnis u. dergl. erhält. Bei schiffbaren Flüssen und Kanälen ist zu beachten, daß hier meist jede Strecke des Ufers zum Be- oder Entladen von Gütern geeignet ist oder doch meist mit verhältnismäßig geringen Kosten dazu vorgerichtet werden kann. Oft werden die Gebäude hier unmittelbar am Wasser liegen können, so daß ein sehr bequemes Ein- und Ausladen stattfinden kann. Bei einer Eisenbahn werden nur verhältnismäßig wenig Grundstücke in unmittelbarer Nähe eines Bahnhofs eine so günstige Lage haben, daß ein so bequemes Ent- und Verladen unmittelbar nach den Gütergleisen oder mit Hilfe kurzer Anschlußstrecken wahrgenommen werden kann. So günstig gelegene Grundstücke werden daher allgemein einen bedeutend höheren Kaufpreis erfordern als andere, mit denen ihrer Lage wegen ein solcher Vorteil nicht verbunden ist. Sache einer sorgfältigen Berechnung wird es in solchem Falle sein, zu untersuchen, wie sich die Zinsen des Preisunterschiedes für das günstiger gelegene, teurere Grundstück verhalten zu den jährlich zu erzielenden Ersparnissen an Transportkosten der Güter in Vergleich zu deren Beförderungskosten zwischen dem Bahnhof und einem in einer gewissen Entfernung gelegenen Grundstück mit niedrigerem Kaufpreise. Bei ausgedehnten Grundstücken und solchen, die abseits von den Verkehrsstraßen liegen, wird zu untersuchen sein, ob und welche Transporteinrichtungen zu schaffen sind, wie hoch sich die Kosten stellen, welche Ersparnisse dadurch zu erzielen sind, und ob die nötige Erlaubnis von Behörden bzw. von Privatleuten zu erlangen ist.

6. Rücksicht auf die Nachbarschaft.

Wie das Vorhandensein von Verkehrswegen, so übt auch die ganze sonstige Lage und Nachbarschaft auf die Wahl des Bauplatzes einen erheblichen Einfluß aus, weil dieselbe in gewisser Weise der Gestaltung der künftigen Fabrikanlage Beschränkungen auferlegen kann.

Abgesehen davon, daß nach den gesetzlichen Vorschriften Fabrikanlagen oder wenigstens gewisse Fabrikanlagen von bestimmten Ortsgebieten von vornherein ausgeschlossen sein können, stellt schon das Vorhandensein der Verkehrswege an die Lage, Gestalt und Ausführungs-

art aller Gebäude oder besonderer Arten von Gebäuden, wie später näher gezeigt wird, bestimmte Anforderungen (siehe Musterbeispiel 2).

Bei Errichtung von Bauwerken an öffentlichen Wasserstraßen darf durch dieselben der Schiffsverkehr nicht gestört werden. Es dürfen Leinpfade nicht unterbrochen, Stauverhältnisse nicht geändert und der geregelte Ablauf des Wassers nicht gehindert werden.

Bei gewerblichen Anlagen in der Nähe von Eisenbahnen gelten in der Regel besondere Bestimmungen, die z. B. in Preußen in Gestalt von Polizeivorschriften erlassen sind. Nach letzteren Vorschriften müssen Gebäude und Gebäudeteile aus nicht unverbrennlichen Stoffen mindestens 4 m von der Mitte des nächsten Schienengleises entfernt sein. Dasselbe gilt von allen Öffnungen in Gebäuden, die nicht durch mindestens 1 cm starkes, nach allen Seiten hin fest eingemauertes Glas abgeschlossen sind. Gebäude mit nicht feuersicheren Dächern müssen von der Mitte des nächsten Schienengleises einen Abstand von mindestens 25 m haben. Derselbe Abstand ist bei allen Gebäuden innezuhalten, die zur Lagerung leicht entzündlicher Gegenstände dienen, wenn deren der Eisenbahn zugekehrte Öffnungen nicht auf die oben beschriebene Weise geschlossen sind. Sind Gebäude mit leicht entzündlichen Gegenständen nicht durch feuersichere Dächer und sonstige Schutzvorkehrungen gegen das Eindringen von Funken der Lokomotiven gesichert, so erhöht sich dieser Abstand auf 38 m. Liegt die Eisenbahn auf einem Damme, so erhöht sich der notwendige Abstand von 25 bezw. 38 m um die eineinhalbfache Dammhöhe. (Polizeiverordnung des Regierungspräsidenten von Hildesheim vom 24. September 1892.)

Eine besondere Aufmerksamkeit ist dem als Bauplatz ins Auge gefaßten Grundstück auch in bezug auf seine Nachbargrenzen und Nachbargebäude zu widmen. Es kommt hier zunächst der von den Nachbargebäuden innezuhaltende geringste Abstand in Frage, der in der Regel durch Baupolizeivorschriften oder Baugesetze festgesetzt ist.

Auch alle anderen Verhältnisse der Nachbargrundstücke in bezug auf das in Aussicht genommene Grundstück und die darauf später auszuführende Fabrikanlage werden sorgfältig zu prüfen und in Betracht zu ziehen sein. Die Art der Benutzung der Nachbargrundstücke kann entweder durch starke Entwickelung von Rauch, üblen Dünsten u. dergl. der künftigen Fabrik störend werden, oder es kann diese selbst, wie schon vorauszusehen ist, durch ihren Betrieb später Belästigungen der Nachbarschaft hervorrufen, welche, auch wenn die behördliche Erlaubnis zum Errichten der Fabrik erfolgen sollte, Veranlassung zu Klagen und Entschädigungsansprüchen bilden können. (Siehe B. G. B. §§ 906—924.)[1]) Anderseits können, durch die zu

1) Es lauten im B. G. B.:

§ 906. Der Eigentümer eines Grundstücks kann die Zuführung von Gasen,

schützende Nachbarschaft veranlaßt, seitens der zuständigen Behörden die Anforderungen in bezug auf besondere Art der Ausführung der Gebäude oder in bezug auf zu treffende Schutzmaßregeln dermaßen gesteigert werden, daß die Kosten sehr bedeutende werden können, ja daß sie zu einer solchen Höhe anwachsen, daß sie den Bestand des ganzen Unternehmens in Frage stellen können. Hohe Nachbargebäude können, zumal bei schmalen Grundstücken, eine genügende Tagesbeleuchtung der Fabrikräume hindern und aus diesem Grunde eine vollständige Umänderung der anfangs beabsichtigten Bauanordnung veranlassen.

Feuergefährliche Betriebe in der Nachbarschaft oder das Lagern leicht brennbarer Stoffe auf Nachbargrundstücken können in bezug auf die Feuersicherheit der Fabrikanlage von hohem Einfluß sein. Sie können die Wahl der Bauart wie der Baustoffe beeinflussen und Veranlassung zur Zahlung einer erhöhten Feuerversicherungsprämie bilden.

7. Nachbarrechte.

Auch alle Grenzrechte der Nachbargrundstücke sind eingehend in Betracht zu ziehen. Dieselben können in den allgemeinen, rechtlichen Verhältnissen (B. G. B. §§ 906—924) oder in den besonderen der betreffenden Gegend begründet sein wie Traufrecht, Lichtrecht u. dergl.; es können aber auch Rechte sein, die durch Verjährung entstanden sind, oder welche als Lasten hypothekarisch auf das in Rede stehende Grundstück eingetragen sind. Hierher würde z. B. das Recht des Nachbars gehören, das betreffende Grundstück als Durchgang benutzen zu dürfen.

Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Ruß, Wärme, Geräusch, Erschütterungen, und ähnliche von einem anderen Grundstück ausgehende Einwirkungen insoweit nicht verbieten, als die Einwirkung die Benutzung seines Grundstücks nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt oder durch eine Benutzung des anderen Grundstücks herbeigeführt wird, die nach den örtlichen Verhältnissen bei Grundstücken dieser Lage gewöhnlich ist. Die Zuführung durch eine besondere Leitung ist unzulässig.

§ 907. Der Eigentümer eines Grundstücks kann verlangen, daß auf den Nachbargrundstücken nicht Anlagen hergestellt oder gehalten werden, von denen mit Sicherheit vorauszusehen ist, daß ihr Bestand oder ihre Benutzung eine unzulässige Einwirkung auf sein Grundstück zur Folge hat. Genügt eine Anlage den landesgesetzlichen Vorschriften, die einen bestimmten Abstand von der Grenze oder sonstige Schutzmaßregeln vorschreiben, so kann die Beseitigung der Anlage erst verlangt werden, wenn die unzulässige Einwirkung tatsächlich hervortritt.

Bäume und Sträucher gehören nicht zu den Anlagen im Sinne dieser Vorschriften.

§ 909. Ein Grundstück darf nicht in der Weise vertieft werden, daß der Boden des Nachbargrundstücks die erforderliche Stütze verliert, es sei denn, daß für eine genügende anderweitige Befestigung gesorgt ist.

Vor oder bei der Erwerbung derartig belasteter Grundstücke hat der Fabrikant sein Augenmerk darauf zu richten, dergleichen Ansprüche im Wege der Vereinbarung zu beseitigen, da sie für die Einrichtung der Fabrik wie für die Ordnung und für die Sicherheit des Betriebes später von großem Nachteil sein können. Auch die Vorschriften über das Erbbaurecht (B. G. B. §§ 1012—1017) können hier in Frage kommen.

8. Höhenlage.

Bei Wahl des Bauplatzes kann auch die Höhenlage desselben eine Rolle spielen. Im allgemeinen wird zu wünschen sein, daß der Bauplatz in derselben Höhe liegt wie die angrenzenden Verkehrsstraßen und die Nachbargrundstücke. Eine bedeutend höhere oder tiefere Lage kann zu verkehrserschwerenden Anlagen von Rampen, zu kostspieligen Abtragungen oder Auffüllungen des Terrains, zu teuren Fundierungen u. dergl. Veranlassung geben. Durch eine sehr tiefe Lage können die Entwässerungen erschwert werden. Anderseits kann bisweilen eine etwas höhere Terrainlage des Bauplatzes an Eisenbahnen und Wasserstraßen das Verladen und Entladen der Güter erleichtern. An Eisenbahnen wird die Höhenlage eine günstige sein, wenn sie sich etwa in Höhe des Bodens der Fahrzeuge befindet. An schiffbaren Flüssen mit sehr wechselndem Wasserstand kann eine etwas höhere Lage des Fabrikgrundstücks dasselbe vor zeitweisen Überschwemmungen bei eintretendem Hochwasser schützen. Eine höhere Lage des Fabrikgrundstücks im Vergleich zur Höhe der Verkehrsstraßen kann auch von Vorteil sein, wenn es sich namentlich um Verladung von Gütern handelt. Es kann dann beim Verladen in ausgiebiger Weise von der Schwerkraft nützliche Anwendung gemacht werden durch Errichtung schiefer Ebenen, Bremsberge u. dergl., bei denen die beladenen Fahrzeuge abwärts gehen und dabei die leeren gleich wieder heraufziehen.

9. Größe und Gestalt des Bauplatzes.

Daß der Größe und Gestalt des Bauplatzes besondere Aufmerksamkeit zu widmen ist, dürfte aus dem bisher Gesagten schon in genügender Weise hervorgehen. Aus der gefertigten Lageplanskizze ergibt sich die für jetzt und für spätere Erweiterungen notwendige Größe. Diese wird also vorhanden sein müssen. Hat das Grundstück diese Größe nicht, so kann versucht werden, ob man die fehlende Fläche etwa von Nachbargrundstücken hinzuerwerben kann. Dies kann jetzt zuweilen zu mäßigem Preise geschehen, während später die Nachbargrundstücke vielleicht selber bebaut sind, oder der Preis ein zu hoher geworden ist. Ein etwas größerer Platz wird bei

mäßigem Preise eher erwünscht sein als ein knapp bemessener. Steht nur ein Grundstück zur Verfügung, dessen Flächeninhalt das gegenwärtige wie künftige Bedürfnis bei weitem übertrifft, so ist zu überlegen, ob man nicht einen Teil davon für andere Zwecke verwenden oder vorteilhaft als Bauplatz u. dergl. wieder veräußern kann.

In einem solchen Falle kann auch die Frage entstehen, ob es nicht zweckmäßig oder erforderlich ist, die zur Verfügung stehende Fläche zur Errichtung von Arbeiter- oder Beamtenwohnhäusern zu benutzen. Der Bau solcher Gebäude kann zur Notwendigkeit werden, wenn Arbeiterwohnungen am Orte selbst nur schwer oder gar nicht zu haben sind, oder wenn die Fabrik von den Arbeiterwohnvierteln des Ortes sehr weit entfernt liegt (Musterbeispiel 1).

Flächen, die längere Zeit hindurch vorläufig nicht gebraucht werden, können als Acker- oder Gartenland, als Lagerplätze u. dergl. verpachtet werden und sich auf diese Weise wenigstens einigermaßen verzinsen.

Von nicht minderer Bedeutung als die Größe des Grundstücks ist die Gestalt desselben für die Anlage der Fabrik. Im allgemeinen werden regelmäßige Begrenzungen wie bei einem rechteckigen Bauplatz unregelmäßigen Begrenzungen vorzuziehen sein, da bei letzteren leicht eine Menge von unbenutzbaren Winkeln und Ecken sich ergeben können. Zur Erleichterung des Verkehrs wird eine gewisse Länge des Grundstücks an der Straße, an der Eisenbahn oder an dem schiffbaren Gewässer erwünscht sein, damit sich bequeme Zufuhrstraßen anlegen und genügend lange Laderampen u. dergl. schaffen lassen. Aber auch die Tiefe des Grundstücks wird eine angemessene sein müssen, damit, wenn mehrere Gebäude zu errichten sind, diese übersichtlich um einen Hof herum gruppiert werden können. Handelt es sich um ein einzelnes Gebäude, so ist zu bedenken, daß die Kosten bei gleichem Flächeninhalt allgemein mit dem größeren Umfang wachsen. Es wird also, wenn es sonst die Art des Betriebes gestattet, ein quadratischer Grundriß oder ein solcher in Gestalt eines breiteren Rechtecks einem schmalen, langgestreckten vorzuziehen sein.

Oftmals wird man durch Vergleich mit den Nachbarn krummlinige oder gebrochene Grenzen begradigen können, oder man wird durch Austausch einzelner Stücke dem Bauplatz eine für die Anlage der Fabrik zweckmäßige Form zu geben trachten.

Sind die Verhältnisse des Bauplatzes in bezug auf Größe und Gestalt, wenn auch keine idealen, so doch annehmbare, dagegen die sonstigen, durch die Lage desselben zu erreichenden Vorteile in wirtschaftlicher wie technischer Beziehung so günstige, daß auf dieselben nicht verzichtet werden darf, so wird man die ganze Anordnung der Fabrikgebäude der Größe und Gestalt des Bauplatzes so gut wie möglich anzupassen haben.

10. Himmelsrichtung, Wind- und Wetterrichtung.

Wenn auch nicht von so hervorragender Bedeutung wie die bisher erwähnten Eigenschaften, so kann doch die Himmelsrichtung, sowie die vorherrschende Wind- und Wetterrichtung in bezug auf die Lage des Bauplatzes in manchem Falle von einigem Einfluß sein. So werden in engen, mit verhältnismäßig hohen Häusern bebauten Straßen die nach Norden gerichteten Gebäudefronten, zumal in den Wintermonaten, für die Innenräume nur eine mangelhafte oder gar ungenügende Tagesbeleuchtung gewähren und ungesundere Räume abgeben als die nach Süden gerichteten. Handelt es sich um Gebäude, die mit Sheddächern eingedeckt werden sollen, so wird man, um ein gleichmäßiges, nicht grelles Licht zu erhalten, die mit Glas eingedeckten Dachflächen möglichst nach Norden zu legen suchen. Die herrschende Windrichtung kann namentlich im Verein mit benachbarten, hohen Gebäuden oder Anhöhen auf Feuerungs- und Schornsteinanlagen von schädlichem Einfluß sein und die geregelte Abführung der Rauchgase erschweren u. dergl.

Die dem Hauptangriff des Wetters, besonders dem Schlagregen ausgesetzten Seiten der Gebäude werden auf Stärke, Wahl des Materials und Art der Ausführung besonders sorgfältig zu behandeln sein, wenn man im Innern feuchte Räume vermeiden und Dauerhaftigkeit erzielen will.

11. Terraingestaltung.

Von ziemlicher Bedeutung sind wieder die Terraingestaltung und die Bodenbeschaffenheit des Bauplatzes wie seiner näheren Umgebung. Im allgemeinen wird ein ebenes Terrain am meisten erwünscht sein, weil hier die Arbeiten und Kosten für das Einebnen fortfallen. Bei sehr unebenem Terrain werden die Kosten für teilweise tiefer zu legende Fundamente in Betracht zu ziehen sein oder die Unbequemlichkeiten, die sich für den späteren Verkehr bei Anlegung der Gebäude in verschiedenen Höhen ergeben. In bestimmten Fällen kann jedoch eine ungleiche Gestaltung des Terrains in bezug auf die gegenseitige Höhenlage der einzelnen Teile des Grundstücks wünschenswert oder von Nutzen sein. Bei Ausnutzung einer Wasserkraft können bei einer solchen ungleichen Terraingestaltung bisweilen die Kosten für das Zuleitungsgerinne erheblich vermindert werden, wie ebenso sich daraus Bequemlichkeiten für die Kraftübertragung von dem Wasserrade oder der Turbine nach den Arbeitsmaschinen ergeben können. In anderen Fällen können sich aus der Anlage der Fabrik an einem Abhang Kostenersparnisse für Beförderung der Rohstoffe nach einem höher gelegenen Teil des Bauwerkes ergeben. So wird z. B. ein Schachtofen zum Brennen von Kalkstein eine günstige Lage

erhalten, wenn er so an den Bergabhang gebaut werden kann, daß die Steine aus dem Bruch mittels einer kleinen Transportbrücke unmittelbar der Einschüttöffnung des Ofens zugeführt werden können.

12. Bodenbeschaffenheit.

Was die Bodenbeschaffenheit anbetrifft, so soll dieselbe zunächst auf dem Baugrundstück wie in dessen Umgebung eine solche sein, daß sie für den späteren Aufenthalt der Menschen gesundheitlich von keinen nachteiligen Folgen ist. Abgesehen von anderen Gründen ist schon aus diesem Grunde ein sumpfiges, moorhaltiges Terrain zu vermeiden. Der Boden soll ein trockener und durchlässiger sein, so daß auf Flächen, die wenigstens vorderhand nicht befestigt werden, das Regenwasser bald einziehen kann. Das Grundstück soll ferner so gelegen sein, daß es von Überschwemmungen befreit bleibt. Aufgefüllter Boden, abgelagerter Bauschutt u. dergl. sowie die Durchsetzung des Bodens mit Stoffen, die der Verwesung oder Fäulnis unterworfen sind, erschweren die Benutzung, das Bauen und die Befestigung von Wegen und Plätzen ebenso wie das Vorhandensein alter Mauer- oder Fundamentreste oder eingerammter Pfähle u. dergl.

13. Beschaffenheit und Tiefenlage des Baugrundes.

Von höchster Bedeutung ist die Beschaffenheit und Tiefenlage des Baugrundes. Jedes Bauwerk erhält ein Fundament, durch welches demselben eine feste, zuverlässige, von Zufälligkeiten unabhängige Unterlage gegeben werden soll. Das Fundament kann diese Aufgabe nur erfüllen, wenn es selber auf einem festen, unveränderlichen Grunde, einem guten Baugrunde, aufruht. Durch das Fundament wird die ganze Last des Bauwerks auf den Baugrund übertragen. Der Baugrund muß daher imstande sein, diese Last aufzunehmen, ohne daß er beträchtlich zusammengedrückt wird, seitlich ausweicht oder sonst in seiner Lage verändert wird; denn Veränderungen in der Lage des Baugrundes haben Veränderungen in der Lage des Fundaments und damit Senkungen, Verschiebungen, Risse, ja bisweilen den Einsturz des ganzen Bauwerks zur Folge.

Der Baugrund muß also vor allen Dingen ein guter sein, d. h. ein solcher, welcher den auf ihn übertragenen Druck mit Sicherheit auszuhalten vermag.

Es kommt jedoch nicht allein auf die Beschaffenheit des Baugrundes an, sondern auch auf die Tiefe, in welcher er angetroffen wird, auf die Richtung, welche die betreffenden Erdschichten besitzen, auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Grundwasser, auf die Höhe des Grundwasserspiegels und darauf, ob diese letztere

bedeutenden Schwankungen ausgesetzt ist oder nicht. Welchen bedeutenden Einfluß alle diese Verhältnisse auf die Art der Gründung und damit auf die Herstellungskosten des Bauwerks haben, werden wir später noch genauer sehen.

Ein guter Baugrund besitzt eine hohe Tragfähigkeit. Man versteht darunter denjenigen in Kilogramm ausgedrückten, gleichmäßig verteilten Druck k, welchen eine Fläche von einem Quadratzentimeter Größe in einer zu ihr senkrecht gehenden Richtung mit Sicherheit aufzunehmen vermag. Nennt man F den in Quadratzentimeter ausgedrückten Flächeninhalt der Grundfläche eines Fundaments z. B. einer quadratisch gestalteten Säulengründungsplatte, P das darauf ruhende, gleichmäßig verteilte, in Kilogramm ausgedrückte Gesamtgewicht, so gilt stets die Gleichung $F = \frac{P}{k}$. Hieraus läßt sich jede der drei Größen berechnen, wenn die beiden anderen gegeben sind.

Beispiel: Die Gesamtbelastung P einer Säule einschließlich Fundamentgewicht beträgt 16000 kg, die Tragfähigkeit des Baugrundes ist $k = 2{,}5$ kg. Wie groß ist die Seite der quadratischen Fundamentplatte zu machen?

Es ist:

$$F = \frac{P}{k} = \frac{16\,000}{2{,}5} = 6400 \text{ qcm}.$$

Nennen wir die Seite des Quadrates a, so ist:

$$F = a^2 = 6400 \text{ qcm; also } a = \sqrt{6400} = 80 \text{ cm}.$$

Als bester Baugrund mit größter Tragfähigkeit ist Fels anzusehen. Derselbe darf jedoch nicht verwittert oder zerklüftet sein, auch dürfen seine Schichten nicht zu schräg verlaufen. Das Material selber, aus dem er besteht, muß fest und nicht leicht verwitterbar sein. Nächstdem ist festgelagertes Gerölle, Kies und grober Sand zu nennen. Letzterer darf nicht unterspülbar sein und weder jetzt noch in Zukunft durch Bewegungen des Grundwassers in sogenannten Triebsand verwandelt werden können. Er soll auch frei von Ton und fruchtbarer Erde (Humus) sein. — Als mittelmäßiger Baugrund gelten Ton, Lehm oder Mischungen von Sand und Ton. Nicht so gut sind feiner Sand und feuchter Ton. Hier wird besonders auch auf die Wasserverhältnisse und auf die Neigung der Schichten zu achten sein, damit Ausspülungen und Rutschungen verhindert werden. Es wird in diesen Fällen oft die Tragfähigkeit des Baugrundes besonders zu untersuchen sein. Um den Druck auf die Flächeneinheit möglichst zu verringern, wird man die Fundamentsohlen gehörig zu verbreitern haben. Auch wird man, da die letztgenannten Bodenarten mehr oder weniger zusammenpreßbar sind, und also ein geringes Ein-

sinken des Bauwerks vorauszusehen ist, dafür sorgen müssen, daß überall ein gleicher Druck auf die Flächeneinheit entfällt, so daß dieses Einsinken gleichmäßig stattfindet.

Als schlechter Baugrund sind Humus, Torf, Moor, Schlamm, Wiesengrund, nasser Ton oder Lehm und aufgefüllter Boden oder Bauschutt zu betrachten. Torf, Humus u. dergl. sind namentlich unzuverlässig, wenn sie abwechselnd trocken und naß liegen. Die bei sehr weichem Baugrund unter die Mauern zu legenden Holzroste müssen, wie alle Holzkonstruktionen bei Fundierungen, beständig unter dem niedrigsten Grundwasserstande liegen, damit sie vor Fäulnis geschützt sind.

Für vorübergehende oder sehr leichte Bauwerke wird in der Regel auch ein minder tragfähiger Baugrund noch für zulässig erachtet, wenn man den Fundamenten eine gehörige Breite gibt.

Die Tragfähigkeit der einzelnen Bodenarten schwankt in ziemlich weiten Grenzen. Während man bei Fels k zu 10 und mehr kg, bei den anderen festen Bodenarten zu 4—5 kg annehmen kann, rechnet man bei mittelmäßigem Baugrunde in der Regel mit $k = 2{,}5$ kg. Diese Zahl wird von vielen Baupolizeiordnungen im allgemeinen den Berechnungen zugrunde gelegt. Bei sehr weichen Bodenarten wird k dagegen zu 1 kg oder noch geringer anzunehmen sein.

Die tragfähige Bodenschicht muß auch eine gewisse Mächtigkeit besitzen (etwa 2,5—3 m), wenn nicht ein Durchbrechen derselben unter der aufgelegten Belastung zu befürchten sein soll, namentlich wenn weichere, nicht tragfähige Schichten darunter liegen.

Alle Fundamente müssen frostfrei liegen. Zu diesem Zwecke muß die Fundamentsohle sich mindestens 0,8 bis 1 m unter der Erdoberfläche befinden. Viele Fundamente erfordern schon wegen ihrer Bestimmung, z. B. bei Kellermauern u. dergl., eine tiefere Lage; mit anderen muß man tiefer hinabgehen, weil sie sehr verbreitert werden, und weil sich der Druck nur allmählich und zwar unter einem Winkel von 45 bis 60° auf eine größere Fläche verteilt. Auf alle solche Einzelheiten ist bei Untersuchung des Baugrundes gebührende Rücksicht zu nehmen.

Einigen Aufschluß über die Bodenbeschaffenheit erhält man schon durch Erkundigungen über die in der Nachbarschaft bei Ausführung von Bauten (Gebäuden, Kanälen, besonders auch von Brunnen) gemachten Erfahrungen. Haben sich die Nachbargebäude lange Zeit hindurch fehlerlos und rissefrei gehalten, so zeigt dies, daß die hier gewählte Art der Fundierung eine der Tragfähigkeit des Baugrundes angemessene war. Es lassen diese Erfahrungen aber noch keine sicheren Schlüsse auf das als Bauplatz in Aussicht genommene Grundstück zu, da die Bodenverhältnisse oft in kurzen Entfernungen einen schroffen Wechsel zeigen.

Einigermaßen sichere Auskunft über die Beschaffenheit des Baugrundes erhält man mittelst einer Sondier- oder Visitierstange. Dieselbe besteht aus einer 1—4 cm starken, 2—6 m langen Stange aus Rundeisen, die oben mit einem Griff, unten mit einer verstählten Spitze versehen ist. Sie wird in den Boden gestoßen und gibt über das Vorhandensein von Steinen und Hölzern Auskunft. Durch das entstehende Geräusch und das Gefühl, das man erhält, lassen sich gewisse Bodenarten erkennen. So gibt sie z. B. im Sande ein eigentümliches, knirschendes Gefühl, welches im Tonboden aufhört. Von letzterem bleiben auch leicht Teile an der Stange oder in angebrachten Rillen derselben haften.

Genaue Auskunft über alle in Betracht kommenden Bodenverhältnisse erhält man durch Aufgrabung. Haben sich die Untersuchungen auf eine größere Tiefe zu erstrecken, so wachsen die Kosten, weil dann Absteifungen oder vollständige Auszimmerungen nötig werden. Trifft man auf einen größeren Wasserandrang, so läßt auch diese Untersuchungsart im Stich, weil, selbst wenn man das Wasser durch Auspumpen u. dergl. bewältigen kann, in der Regel der Boden durch die Wasserbewegung in seinen Eigenschaften so verändert wird, daß eine sichere Beurteilung seiner Beschaffenheit und Tragfähigkeit unmöglich wird.

Am meisten werden Bohrungen angewandt, die bei sehr großen Tiefen das einzige Mittel bilden. Ein Bohrapparat besteht aus dem eigentlichen Bohrer und dem Gestänge. Letzteres besteht aus einzelnen Teilen, die durch Verschraubung oder durch Gabelverbindungen miteinander vereinigt werden. Das Gestänge ist 2,5 und mehr cm stark. Je nach der Bodenbeschaffenheit werden sehr verschiedene Bohrer angewandt, z. B. für weichere Bodenarten: Ventilbohrer, Sandbohrer, Löffelbohrer, für festes Gestein: Meißelbohrer, Kreuzbohrer, Diamantbohrer. Sehr viele von ihnen sind so eingerichtet, daß mittels derselben Proben der durchbohrten Erd- oder Steinschicht zutage gefördert werden. Die Bohrer werden entweder durch Hebel, die oben am Gestänge befestigt werden, gedreht, oder man läßt sie herabfallen. In letzterem Falle sind sie zuweilen an einem Drahtseil befestigt. Um durch weichen Boden zu gelangen, benutzt man Futterrohre aus Eisenblech, die durch Belastung oder durch Einrammen nach Maßgabe des Fortschreitens der Bohrarbeit herabgetrieben werden.

Auf welche Weise man nun auch die Bodenuntersuchungen vornehmen mag, niemals wird es genügen, zumal bei ausgedehnten Bauanlagen, dieselben auf eine einzige Stelle zu beschränken, sondern man wird sie über die ganze Fläche auszudehnen haben. Namentlich wird man den Baugrund an solchen Stellen sorgfältig zu untersuchen haben, wo demselben später besonders große Lasten, wie durch schwer belastete Pfeiler oder Säulen, oder durch einen hohen Schornstein u. dergl., anvertraut werden sollen.

Von der Tragfähigkeit des Baugrundes überzeugt man sich in zweifelhaften Fällen am besten dadurch, daß man den oberen Boden bis zu der zukünftigen Fundamentsohle aushebt, einen kleinen Probepfeiler errichtet und diesen durch Schienen u. dergl. möglichst schwer belastet. Durch Nivellement zwischen dem Pfeiler und einem festen Punkte wird dann festgestellt, ob oder wie weit der Pfeiler sich senkt, und ob er bald ganz zur Ruhe kommt. Aus der unteren Grundfläche des Pfeilers F in Quadratzentimeter, geteilt in das Gesamtgewicht in Kilogramm ergibt sich dann die Beanspruchung k des Baugrundes in Kilogramm/Quadratzentimeter. Die Fundamente des Bauwerks selbst wird man dann von einer solchen Breite wählen, daß das Quadratzentimeter des Baugrundes höchstens mit der Hälfte oder, um ganz sicher zu gehen, mit einem noch geringeren Teil der ermittelten Tragfähigkeit beansprucht wird.

Bei großen Ausführungen und namentlich bei sehr unregelmäßigen Bodenverhältnissen wird man am besten die Untersuchungen des Baugrundes in regelmäßigen Abständen voneinander vornehmen und nach den gemachten Notizen (Bohrtabellen) Längen- und Querprofile anfertigen, in welche der Verlauf der einzelnen Bodenschichten eingetragen wird.

Wird nach Lage der Verhältnisse voraussichtlich ein Pfahlrost als Fundierung gewählt, so verschafft man sich über die notwendige Länge und Stärke der Pfähle durch Einrammen von Probepfählen Aufschluß.

14. Grundwasserstand.

Auch auf das Vorhandensein und die Höhe des Grundwassers ist die Aufmerksamkeit zu richten. Wir erwähnten schon, daß alles Holzwerk der Fundierungen stets unter dem niedrigsten Grundwasserstand liegen muß. Aber auch in bezug auf Kelleranlagen, Feuerungsanlagen u. dergl. ist die genaue Kenntnis der Grundwasserverhältnisse von größter Wichtigkeit.

15. Wasserversorgung und Entwässerung.

Die Möglichkeit der Wasserversorgung und Entwässerung ist schon bei Erwägung der allgemeinen Vorbedingungen für die Anlage der Fabrik zu untersuchen. Bei der engeren Wahl des Bauplatzes können diese Dinge nochmals mitsprechen und zu vergleichenden Kostenberechnungen für Anlage von Brunnen, von Anschlüssen an eine Wasserleitung, von Kanälen zur Ableitung der Abwässer, von Wasserreinigungseinrichtungen, Klärbassins u. dergl. führen, um auch in dieser Beziehung die Vor- und Nachteile verschiedener Bauplätze gegeneinander abwägen zu können. Dabei wird man auch zu

untersuchen haben, ob die Möglichkeit der Wasserversorgung und Entwässerung des Bauplatzes schon während der Bauzeit vorhanden ist, oder ob und mit welchen Opfern an Zeit und Geld sie geschaffen werden kann.

16. Vergleichende Kosten

(in bezug auf Baustoffe und Arbeitslöhne für verschiedene Bauplätze).

Auch die Kosten für Beschaffung von Baustoffen und Arbeitskräften sind, namentlich, sofern sie sich für verschiedene Bauplätze verschieden gestalten, schon bei Wahl des Bauplatzes mit ins Auge zu fassen.

17. Zeitpunkt für den Grunderwerb und für die Ausführung.

Ebenso kann die Ergreifung eines richtigen Zeitpunktes bei Erwerb des Bauplatzes wie bei Ausführung des Baues und bei Beschaffung der nötigen Baustoffe von hohem Nutzen sein und große Ersparnisse mit sich bringen.

18. Grundstück mit vorhandenen Gebäuden.

Schließlich kann ein Bauplatz in Frage kommen, der mit einem oder mehreren alten Gebäuden besetzt ist. Hier wird es sich zunächst darum handeln, ob diese Gebäude nach Anbringung der notwendigen Umänderungen für den beabsichtigten Zweck brauchbar zu machen sind, ob dieselben zu entfernen sind, ob man den Abbruch selbst besorgen lassen soll, ob etwa die vorhandenen Baustoffe ganz oder zum Teil für den Neubau zu verwenden sind, oder ob man die Gebäude besser ganz auf Abbruch verkaufen kann. Überall ist zu ermitteln, welche Kosten erwachsen und welche Einnahmen oder welchen Nutzen man erzielt. Auf einen Umbau sollte man sich nur einlassen, wenn durch denselben wirklich für den Betrieb Brauchbares geschaffen werden kann. Ebenso sollte man altes Material nur gebrauchen, wenn dasselbe für die vorliegenden Zwecke nach Abmessungen, Güte und Haltbarkeit wirklich mit Nutzen verwendbar ist, keine bedeutenden Änderungen beansprucht und eine lange Dauer verspricht.

19. Preis des Grundstücks.

Der Preis des Grundstückes kann natürlich eine große Rolle spielen, namentlich, wenn die für das ganze Unternehmen zu Gebote stehenden Mittel nur beschränkte sind. Wie aus den oben gemachten

Betrachtungen hervorgeht, ist derselbe jedoch für den Erwerb eines Grundstückes keineswegs allein maßgebend, sondern es werden alle mit seiner Lage und Beschaffenheit verbundenen Vor- und Nachteile sorgfältig abgewogen werden müssen, um eine für das ganze Unternehmen günstigste Wahl treffen zu können. Niemals darf ein niedriger Preis dazu verleiten, ein Grundstück zu erwerben, das entweder die Baukosten oder die jährlichen Betriebskosten so erheblich steigert, daß die gemachte Ersparnis an Grunderwerbskosten dadurch bedeutend übertroffen wird.

Nochmals sei darauf hingewiesen, daß das Grundstück gleich so groß zu wählen ist, daß es für die größte, spätere Erweiterung ausreicht. Bei beschränkten Mitteln kann vielleicht besser in der Weise gespart werden, daß die Gebäude zunächst für einen bescheideneren Betrieb errichtet werden, und daß man die Vergrößerung derselben wie des ganzen Betriebes für eine Zeit aufspart, zu welcher sich die Finanzlage des Unternehmens günstiger gestaltet hat.

Über Größe und Lage, Grundsteuer-Reinertrag und gegebenenfalls über Gebäudesteuernutzungswert geben die von den Gerichten (Grundbuchämtern) verwalteten Grundbücher Aufschluß. Hier findet man auch die Eintragungen über den gegenwärtigen Eigentümer, über dingliche Belastungen, über Hypotheken und Grundschulden.

20. Grunderwerb.

Die Erwerbung eines Grundstücks geschieht durch gerichtliche oder notarielle Beurkundung und durch Auflassung in Verbindung mit der Eintragung des Aufgelassenen in das Grundbuch. Auflassen kann nur der eingetragene Eigentümer. Die Auflassung besteht in der vor dem zuständigen Richter abgegebenen Erklärung des einen, daß er sein Grundstück an den anderen auflasse und die Umschreibung auf diesen bewillige, sowie der Gegenerklärung des letzteren, die Auflassung anzunehmen und die Umschreibung zu beantragen. Deshalb ist notwendig, daß beide selbst oder durch gehörig — d. h. durch eine mindestens unterschriftlich beglaubigte Vollmachtsurkunde — legitimierte Bevollmächtigte an Gerichtsstelle erscheinen.

Die Übertragung des Eigentums an einem Grundstücke regelt § 313 des B. G. B. Derselbe lautet:

„Ein Vertrag, durch den sich ein Teil verpflichtet, das Eigentum an einem Grundstücke zu übertragen, bedarf der gerichtlichen oder notariellen Beurkundung. Ein ohne Beobachtung dieser Form geschlossener Vertrag wird seinem ganzen Inhalte nach gültig, wenn die Auflassung und die Eintragung in das Grundbuch erfolgen.“

Soll es zur Übergabe von Trennstücken kommen, so ist zu unter-

scheiden, ob das Stammgrundstück im Grundbuch belastet ist oder nicht. Im letzteren Falle genügt bei der Auflassung die Vorlegung eines amtlich beglaubigten Situationsplans, einer katasteramtlichen Handzeichnung und eines neuesten Auszugs aus dem Grundsteuerkataster. Bei belasteten Grundstücken muß dagegen, widrigenfalls die Lasten des Stammgrundstücks auf das Trennstück übergehen, außerdem noch in urkundlicher Form die Erklärung der Gläubiger beigebracht werden, daß sie die abzuzweigenden Trennstücke aus der Pfandverbindlichkeit entlassen und deshalb in deren pfandfreie Abschreibung willigen.

C. Bebauungsplan.

1. Fluchtlinien- oder Bebauungsplan.

Bevor nun zur Ausarbeitung des endgültigen Bauentwurfs geschritten werden kann, ist die Beschaffung von Lage- und Höhenplänen erforderlich, welche über die genaue Lage, Größe, Gestalt und Terraingestaltung des Grundstücks sowie seiner Umgebung Auskunft geben. Vor allem hat man auch den etwa vorhandenen Fluchtlinien- oder Bebauungsplan einzusehen und sich möglichst von demjenigen Teil desselben, der für den Bauplatz in Frage kommt, eine Kopie oder Pause zu verschaffen.

Rücksichten auf das Gemeinwohl in bezug auf den Verkehr, auf die Gesundheit, Feuersicherheit u. dergl. erfordern, daß das Errichten oder Verändern von Gebäuden an bestehenden Straßen oder die Neuanlage von Straßen usw. nicht der Willkür des einzelnen überlassen bleibt, sondern in ordnungsmäßiger Weise geregelt wird. Es können daher Baufluchtlinien für Straßen und Plätze im voraus einzeln oder für größere Flächen (Fluchtlinien- oder Bebauungspläne, Vorschriften für die Aufstellung derselben in Preußen vom 28. Mai 1876) mit der Wirkung festgesetzt werden, daß über die dadurch bestimmten Grenzen nicht hinaus gebaut werden darf. Über die sonstige Lage der Gebäude in bezug auf die Straßenfluchtlinien geben die Baupolizeivorschriften Auskunft (siehe Abschnitt D).

In den Bebauungsplänen ist alles, was sich auf den gegenwärtigen Zustand bezieht, in schwarzen Begrenzungslinien dargestellt, während die Baufluchtlinien, die Straßenfluchtlinien wie überhaupt alles, was sich auf die künftige Gestaltung bezieht, in roten Linien eingetragen ist. Die Bebauungspläne enthalten ferner die nötigen Angaben über Breite der Fahrstraßen und Bürgersteige, über Lage, Gefälle und Abflußrichtung von Rinnsteinen und Seitengräben sowie über Höhenlage

... Straßen, die nicht mit ... besondere Höhenpläne und ... vorhanden.

... Plänen gemachten Angaben sind wohl zu beachten, ... auf die Höhenlage der Gebäude, auf die ... Entwässerung des Grundstücks u. dergl. sein ...

3. Lageplan.

... vereideten Landmesser ... aufzutragen und zu be... beglaubigten Planes ... verlangt. Der Lageplan stellt ... ihrer Projektion der ein... ergibt. Aufzunehmen ... die etwa vorhandenen ... auf eine Entfernung von ... Gewässer. Bei Straßen ist deren ... und die etwa fest... Eisenbahnen sind ... durch den Bahnkörper. ... ist namentlich die Ufer... Liegt das Grund... benennen I., II. oder ... eines benachbarten ... mehr und letztere ... Grenzen des Grundstücks ... Grenzlinien anzu...

... Gebäude, ... usw.) in den ... oder bei ... Farben als solche ...

... wird von der ... gesehen werden ... der Lageplan mit ... Höhenlage des ... hervorgeht. Am ... Normal-Null[1] ...

... festgelegt bei ...

3. Höhenpläne

(Netznivellements, Längenprofile, Querprofile).

Ist das Terrain unregelmäßiger gestaltet, so kann zweckmäßig ein sogenanntes Netznivellement über das ganze Grundstück ausgeführt und in den Lageplan eingetragen werden. Die gegenseitige Entfernung der einzelnen Höhenpunkte richtet sich nach der größeren oder geringeren Unebenheit des Terrains.

Werden besondere Höhenpläne gefertigt (Längenprofile und Querprofile), so werden in diesen die Längen in dem Maßstab des Lageplans gezeichnet, während die Höhen oft nach einem zehnfach so großen Maßstab aufgetragen werden, damit die gegenseitigen Höhenunterschiede recht deutlich hervortreten. In diese Höhenpläne werden dann auch die durch die Bodenuntersuchung ermittelten Bodenschichtungen eingetragen, desgleichen der höchste, mittlere und niedrigste Grundwasserstand, die verschiedenen Wasserstände benachbarter oder in der Nähe befindlicher Gewässer und etwa vorhandener Brunnen, die Grabensohlen, Straßenkronen usw. Vorhandene Brücken, Durchlässe u. dergl. werden in schwarzer, neu anzulegende Bauwerke dieser Art in roter Farbe eingetragen. Aufträge werden mit einem blassen, roten Ton angelegt, Abträge mit einem mattgrauen.

D. Bauvorschriften.

1. Allgemeine baupolizeiliche Anforderungen und Beschränkungen.

Jedes neu zu errichtende Gebäude sowie jede nennenswerte Umänderung und Erweiterung des baulichen Zustandes eines Gebäudes muß außer den das Nachbarrecht regelnden Vorschriften des B. G. B. §§ 906—924 denjenigen Vorschriften genügen, welche von den maßgebenden Behörden erlassen worden sind im Interesse einer geregelten Bebauung des Ortsgebietes, und um Gefahren und Nachteile für das Gemeinwohl, für die Nachbarschaft und das Publikum sowie für die Bewohner und für die in den Gebäuden und auf deren Grundstücken beschäftigten und verkehrenden Personen zu verhindern. Diese Vorschriften sind in den Baupolizeiordnungen zusammengestellt. Da die Baupolizei ihrer Aufgabe nur genügen kann, wenn sie rechtzeitig von dem Bauvorhaben Kenntnis erhält, machen die Baupolizeiordnungen jeden Neu- oder Umbau von einer vorher einzuholenden Genehmigung abhängig. Wer ohne solche Genehmigung baut oder von dem genehmigten Bauplan abweicht, setzt sich außer der verwirkten Strafe der Gefahr aus, daß der Bau auf seine Kosten abgeändert oder ab-

getragen werden kann, wenn derselbe gefährlich, schädlich oder verunstaltend ist. Vor Ausarbeitung des Entwurfs wird daher der Bauherr sowie der Baumeister, welchem die Ausarbeitung übertragen ist, sich genau mit der Baupolizeiordnung des betreffenden Ortes vertraut zu machen haben, damit spätere Beanstandungen, Änderungen und Weitläufigkeiten nach Möglichkeit vermieden werden.

Die Anforderungen der Baupolizei sind in den einzelnen Punkten für die einzelnen Orte verschieden, zuweilen sogar für die verschiedenen Gebiete ein und desselben Ortes.

Da sich mit der Zeit die maßgebenden Verhältnisse ändern, unter denen eine Bauordnung entstanden ist, so werden auch die Bauordnungen von Zeit zu Zeit mit Nachträgen oder Abänderungen zu versehen oder einer gänzlichen Umarbeitung zu unterwerfen sein. Man wird also auch darauf zu achten haben, daß man die zurzeit gültige Bauordnung der Entwurfsbearbeitung zugrunde legt.

2. Einige der wichtigsten Bestimmungen
verschiedener Baupolizeiordnungen und Baugesetze.

Im nachfolgenden führen wir einige der wichtigsten Bestimmungen verschiedener Baupolizeiordnungen und Baugesetze an.

Der Regel nach dürfen nur Grundstücke bebaut werden, welche unmittelbar an eine öffentliche Straße grenzen (Berlin).

Ist letzteres nicht der Fall, so muß das betreffende Grundstück durch einen jederzeit offenen, befestigten Weg mit der Straße verbunden werden.

Wird das Grundstück in einer größeren Tiefe bebaut, so müssen die hinteren Gebäude namentlich auch für Feuerlösch- und Rettungszwecke mittels Durchfahrten und Zufahrten zugänglich gemacht werden (Sachsen). In Berlin werden bei größerer Bebauungstiefe als 35 m Zufahrten von mindestens 2,30 m Breite oder Durchfahrten von mindestens 2,30 m Breite und 2,80 m Höhe gefordert. Braunschweig verlangt freie Durchfahrten von mindestens 2,50 m Breite bei Bebauungstiefen von mehr als 30 m. In Darmstadt wird schon bei Bebauungstiefen von über 20 m eine Einfahrt nach dem Hofe verlangt, wenn sich hier Hintergebäude befinden, die in oberen Geschossen bewohnt sind.

Meist wird durch die Bauordnung die Größe der zulässigen Bebauungsfläche der Grundstücke festgesetzt. So darf z. B. in Braunschweig nur drei Viertel des Grundstücks mit Gebäuden bebaut werden. In größeren Städten findet oft eine Einteilung des ganzen Bebauungsgebietes in Zonen statt, in denen von der Stadtmitte nach den Außenbezirken hin die Größe der unbebauten Fläche zunimmt (Sachsen, Berlin, Köln, Mannheim, Königsberg usw.).

Als größte Höhe bei Gebäuden, die an der Straße liegen, ist für die Frontwände ein Maß von 22 m vorgeschrieben, wie z. B. im Königreich Sachsen und Bayern und in Berlin. Im Herzogtum Braunschweig beträgt die zulässige Höhe 20 m, in Hamburg 24 m, in Wien 25 m. Die Gebäudehöhe darf in der Regel nicht größer sein als die Straßenbreite einschließlich etwaiger Vorgärten; doch ist es meist gestattet, Gebäude bis 12 m Höhe auch in engeren Straßen zu errichten.

Für Seiten- oder Hintergebäude sind Höfe oder Gärten in einer Breite anzuordnen, daß ein genügender Licht- und Luftzutritt stattfindet. Für Sachsen ist die Tiefe dieser Flächen gleich der Höhe der angrenzenden Gebäude.

Für öffentliche Gebäude, für Gebäude, die Handelszwecken dienen, sowie für gewerbliche Anlagen sind in der Regel Ausnahmen zugelassen.

Der geringste Abstand von Gebäuden, die nicht unmittelbar beieinander stehen, beträgt in Berlin 2,50 m, in Sachsen 4 m, wenn in den einander zugekehrten Wänden keine Öffnungen vorhanden sind. Mit Fenstern versehene Umfassungswände müssen in Sachsen 4 m von der Grenze entfernt bleiben, während in Berlin der Zwischenraum zwischen Wänden, in denen sich Fenster befinden, 6 m beträgt (in Wien 5 m, in Stuttgart 3 m).

Die Gebäude sind in allen Teilen nach den Regeln der Technik aus guten, zweckentsprechenden Baustoffen herzustellen.

Umfassungswände und Decken tragende Wände sind in der Regel massiv herzustellen. An Stelle der massiven Wände kann mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse und die Benutzungsart der Baulichkeiten die Ausführung in Eisenfachwerk oder Eisenwellblech zugelassen werden (Berlin).

Wenn Gebäude unmittelbar an die Nachbargrenze herantreten oder ihr in weniger als 6 m Entfernung gegenüberliegen, sind sie mit Brandmauern abzuschließen, welche durchweg mindestens 0,25 m stark sein und undurchbrochen durch alle Geschosse mindestens 0,20 m über das Dach geführt werden müssen (Berlin). Sachsen verlangt Brandmauern, wenn die Gebäude näher als 1,75 m an die Grenze rücken, oder wenn der Abstand der Nachbargebäude weniger als 3,50 m beträgt. In Braunschweig können ausnahmsweise Entfernungen der Nachbargebäude von 2—4 m zugelassen werden, wenn wenigstens eins derselben mit einer Brandmauer versehen wird.

In vielen Gegenden sind gemeinschaftliche Brandmauern zulässig.

In Berlin muß im Innern der Gebäude mindestens auf je 40 m Entfernung eine Brandmauer hergestellt werden; Verbindungsöffnungen in dieser Mauer sind zulässig, müssen aber in den Dachräumen mit feuer- und rauchsicheren, selbsttätig zufallenden, nicht fest verschließ-

baren Türen versehen werden. Die Herstellung solcher Brandmauern kann, soweit und solange sie mit der besonderen Nutzungsart eines Gebäudes unvereinbar sind, nachgelassen werden.

Fachwerkbau ist in größeren Städten in der Regel nur in geringem Umfang gestattet, z. B. in Berlin nur bei unter 100 qm Flächeninhalt und bis 6 m Fronthöhe, wobei die Umfassungswände noch massiv zu verblenden sind, wenn sie von der Straße, von der Nachbargrenze oder von anderen Gebäuden nicht mindestens 6 m entfernt sind. Im Königreich Sachsen kann bei offener Bauweise Holzfachwerk zugelassen werden, wenn es wenigstens an der Innenseite mit feuersicherer Verkleidung versehen und mindestens 8 m von dem nächsten Holzfachwerkbau entfernt ist. In Erfurt müssen eingeschossige Fachwerkgebäude von der Nachbargrenze 5 m abstehen. Kleinere Holzbauten von höchstens 3 m Fronthöhe und 25 qm Fläche sind in Berlin zugelassen, wenn sie von den Nachbargrenzen und den Gebäuden desselben Grundstücks mindestens eine Entfernung von 3 m haben.

Nichtbelastete Scheidewände dürfen in Berlin aus Eisenwellblech, Drahtputz, Gipsdielen oder ähnlichen Stoffen hergestellt und unmittelbar auf Balken gesetzt werden. Hölzerne Scheidewände müssen mit Mörtel abgeputzt oder in sonst gleich wirksamer Weise gegen die Übertragung von Feuer gesichert werden. Die Verwendung von Lehmmörtel ist hier ausgeschlossen.

Holzbalkendecken sind in der Regel auf der Unterseite zu putzen, auszustocken und mit unverbrennlichem, nicht fäulnisfähigem Stoffe (in Berlin 0,13 m hoch) auszufüllen. Ausdrücklich wird von allen Bauordnungen die Verwendung von altem Bauschutt zur Deckenfüllung verboten. Im übrigen sollen alle Deckenkonstruktionen tragfähig, undurchlässig und möglichst feuersicher sein.

Die Dächer aller Baulichkeiten müssen mit einem gegen die Übertragung von Feuer hinreichenden Schutz bietenden Stoffe (Stein, Metall, Teerpappe, Holzzement, Glas usw.) gedeckt werden (Berlin). Die Dachflächen dürfen nicht nach dem Nachbargrundstück hin entwässert werden. Bei steilen Dächern müssen Schutzvorrichtungen gegen das Herabfallen von Schnee- und Eismassen, sowie von Personen angebracht werden.

In bezug auf die Treppen fordert das sächsische Baugesetz: „Kein Punkt eines zu menschlichen Wohn- oder Aufenthaltsverhältnissen dienenden Gebäuderaumes, dessen Fußboden mehr als 1,50 m über die angrenzende Straßen- oder Hofgrundfläche erhöht ist, darf, horizontal gemessen, weiter als 30 m von einer Treppe entfernt sein. Die hiernach erforderlichen Treppen müssen unmittelbaren Ausgang nach der Straße oder dem Hofe haben, leicht zu ersteigen sein, aus unverbrennlichen Stufen bestehen oder, falls aus Holz hergestellt, an

der Unterseite mit Kalkputz oder anderer unverbrennlicher Verkleidung versehen sein. Die Treppenhausumfassungen sind aus unverbrennlichem Stoffe, wenn aus Ziegeln, mindestens einen Stein stark, herzustellen. Treppenhäuser ohne nach dem Freien gehende Fenster (durch Oberlicht erhellt) sind mit Einrichtung gegen das Verqualmen zu versehen.

Jede notwendige Treppe ist bis in das Dachgeschoß zu führen. Die Treppenbreite beträgt mindestens 1 m, für Treppen, die nach dem Dachgeschoß führen, 0,75 m. In Sachsen wird für das zweite und jedes folgende Obergeschoß 10 cm mehr Treppenbreite verlangt. Berlin schreibt als geringste Kopfhöhe 1,80 m vor. Die Länge wie die Breite der Podeste ist gleich der Laufbreite zu machen.

Sowohl nach der Berliner Baupolizeiordnung wie nach dem sächsischen Baugesetz müssen Lichtschachte (Lichthöfe) eine Grundfläche von mindestens 10 qm bei einer geringsten Abmessung von 2 m erhalten. Bei oben abgedeckten Lichtschachten ist ausreichender Luftwechsel zu sichern. Die Sohle des Lichtschachtes muß jederzeit zugänglich, wasserdicht und mit Schleuse verbunden sein (Sachsen).

Feuerstätten in Gebäuden müssen in allen Teilen aus unverbrennlichem Baustoffe hergestellt sein. Der Rauch ist von Feuerstätten durch dichte, feuersichere Rohre innerhalb des betreffenden Stockwerks seitlich in Schornsteine zu leiten. Als Stütze der Rohre darf nur unverbrennlicher Baustoff verwendet werden. Von Holzwerk sind sie um ein bestimmtes Maß entfernt zu halten (in Berlin von geputztem oder verblendetem Holzwerk 0,40 m, von freiem Holzwerk 0,80 m).

Schornsteine sind durchweg dicht, massiv oder aus unverbrennlichem Baustoffe herzustellen. Sie müssen von Grund auf fundamentiert sein oder unverbrennlich und sicher unterstützt werden. In Berlin ist jeder Schornstein mindestens 0,30 m über die Dachfläche zu führen, in Sachsen auf hartgedeckten Dächern 50 cm über die Firsthöhe oder 1,15 m über die Dachfläche, auf Dächern von Dachpappe oder Dachfilz 85 cm über die Dachfläche und auf weichgedeckten Dächern entweder 60 cm über die Firsthöhe oder 1,75 m über die Dachfläche. Russische Rohre erhalten in Sachsen ein Mindestmaß von 0,15 m und ein Höchstmaß von 0,30 m Durchmesser oder im Geviert im lichten Querschnitt. In Berlin ist das Mindestmaß 250 qcm. Besteigbare Schornsteine haben eine Lichtweite von mindestens 45 cm (Sachsen, 0,42 $\times$ 0,47 m in Berlin). Bei größeren Abmessungen sind Steigeisen anzubringen. Die Wangenstärke beträgt mindestens 0,12 m. Alle Schornsteine sind so anzulegen, daß sie ordentlich gereinigt werden können. Die Gebäude und deren Umgebung dürfen durch Funken, Rauch und Ruß nicht gefährdet werden.

Die Bauordnungen enthalten ferner Vorschriften über Behälter für Abfall und Asche, über Zu- und Ableitungsrohre, über Wasserversorgung und Entwässerung, sowie über Badestuben und Bedürfnisanstalten.

3. Besondere Bestimmungen
der Baupolizeiordnungen und der Gewerbeordnung.

Besondere Bestimmungen sind für die Benutzung von Gebäuden erlassen.

In der Regel dürfen in einem Gebäude niemals mehr als fünf zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmte Geschosse angelegt werden. Alle zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume müssen trocken sein und durch Fenster von ausreichender Größe und zweckmäßiger Lage unmittelbar Luft und Licht von außen erhalten, eventuell durch Deckenlicht. In Berlin müssen sie mindestens 2,80 m hoch sein und dürfen nirgends tiefer als 0,50 m unter der Oberfläche des Bürgersteiges oder des Hofes liegen.

Für gewerbliche, nicht unter § 16 der Reichsgewerbeordnung fallende Betriebsstätten, Lagerräume u. dergl. werden von der Baupolizei in der Regel besondere Anforderungen in bezug auf Stärke und Feuersicherheit der einzelnen Teile, Zahl und Konstruktion der Brandmauern, Zahl, Breite und Anordnung der Treppen und Ausgänge, die Art der Aufbewahrung und Beseitigung brennbarer Abfälle und unreiner Abgänge, die regelmäßige Zuführung frischer Luft, die Unterhaltung von Brunnen und Wasserbehältern u. dergl. gestellt.

Gebäude und Gebäudeteile, welche zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, dürfen nicht eher in Benutzung genommen werden, als bis nach Vollendung der baulichen Einrichtung eine baupolizeiliche Prüfung vorgenommen und ein Gebrauchsabnahmeschein erteilt ist, der nicht früher als sechs Monate nach Ausfertigung des Rohbauabnahmescheins ausgestellt werden darf (Berlin).

Die Vorschriften der Baupolizeiordnung sind natürlich auch stets bei Errichtung oder baulichen Veränderungen von Fabrikgebäuden zu beachten. Gewisse Fabrikanlagen bedürfen außerdem einer besonderen Genehmigung nach §§ 16—28 der Reichs-Gewerbeordnung. Alle gewerblichen Arbeitsstätten müssen sodann in bezug auf Einrichtung und Unterhaltung den §§ 120a bis 120e der Reichs-Gewerbeordnung entsprechen.

Diese Paragraphen lauten:

§ 120a. Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, die Arbeitsräume, Betriebsvorrichtungen, Maschinen und Gerätschaften so einzurichten und zu unterhalten und den Betrieb so zu regeln, daß die Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit soweit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet.

Insbesondere ist für genügendes Licht, ausreichenden Luftraum und Luftwechsel, Beseitigung des bei dem Betrieb entstehenden Staubes, der dabei entwickelten Dünste und Gase, sowie der dabei entstehenden Abfälle Sorge zu tragen.

Ebenso sind diejenigen Vorrichtungen herzustellen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührungen mit Maschinen oder Maschinenteilen oder gegen andere in der Natur der Betriebsstätte oder des Betriebes liegende Gefahren, namentlich auch gegen die Gefahren, welche aus Fabrikbränden erwachsen können, erforderlich sind.

Endlich sind diejenigen Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur Sicherung eines gefahrlosen Betriebes erforderlich sind.

§ 120b. Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, diejenigen Einrichtungen zu treffen und zu unterhalten, und diejenigen Vorschriften über das Verhalten der Arbeiter im Betriebe zu erlassen, welche erforderlich sind, um die Aufrechterhaltung der guten Sitten und des Anstandes zu sichern.

Insbesondere muß, soweit es die Natur des Betriebes zuläßt, bei der Arbeit die Trennung der Geschlechter durchgeführt werden, sofern nicht die Aufrechterhaltung der guten Sitten und des Anstandes durch die Einrichtung des Betriebs ohnehin gesichert ist.

In Anlagen, deren Betrieb es mit sich bringt, daß die Arbeiter sich umkleiden und nach der Arbeit sich reinigen, müssen ausreichende, nach Geschlechtern getrennte Ankleide- und Waschräume vorhanden sein.

Die Bedürfnisanstalten müssen so eingerichtet sein, daß sie für die Zahl der Arbeiter ausreichen, daß den Anforderungen der Gesundheitspflege entsprochen wird und daß ihre Benutzung ohne Verletzung von Sitte und Anstand erfolgen kann.

§ 120c. Gewerbeunternehmer, welche Arbeiter unter achtzehn Jahren beschäftigen, sind verpflichtet, bei der Einrichtung der Betriebsstätte und bei der Regelung des Betriebes diejenigen besonderen Rücksichten auf Gesundheit und Sittlichkeit zu nehmen, welche durch das Alter dieser Arbeiter geboten sind.

§ 120d. Die zuständigen Polizeibehörden sind befugt, im Wege der Verfügung für einzelne Anlagen die Ausführung derjenigen Maßnahmen anzuordnen, welche zur Durchführung der in §§ 120a bis 120c enthaltenen Grundsätze erforderlich und nach der Beschaffenheit der Anlage ausführbar erscheinen. Sie können anordnen, daß den Arbeitern zur Einnahme von Mahlzeiten außerhalb der Arbeitsräume angemessene, in der kalten Jahreszeit geheizte Räume unentgeltlich zur Verfügung gestellt werden...

§ 120e. Durch Beschluß des Bundesrats können Vorschriften darüber erlassen werden, welchen Anforderungen in bestimmten Arten von Anlagen zur Durchführung der in den §§ 120a bis 120c enthaltenen Grundsätze zu genügen ist.

Soweit solche Vorschriften durch Beschluß des Bundesrats nicht erlassen sind, können dieselben durch Anordnung der Landes-Zentralbehörden oder durch Polizeiverordnungen der zum Erlasse solcher berechtigten Behörden erlassen werden. Vor dem Erlasse solcher Anordnungen und Polizeiverordnungen ist den Vorständen der beteiligten Berufsgenossenschaften oder Berufsgenossenschaftssektionen Gelegenheit zu einer gutachtlichen Äußerung zu geben. Auf diese finden die Bestimmungen des § 113 Abs. 2, 4 und des § 115 Abs. 4 Satz 1 des Gewerbe-Unfallversicherungsgesetzes Anwendung.

Durch Beschluß des Bundesrats können für solche Gewerbe, in welchen durch übermäßige Dauer der täglichen Arbeitszeit die Gesundheit der Arbeiter gefährdet wird, Dauer, Beginn und Ende der zulässigen, täglichen Arbeitszeit und der zu gewährenden Pausen vorgeschrieben und die zur Durchführung dieser Vorschriften erforderlichen Anordnungen erlassen werden.

Die durch Beschluß des Bundesrats erlassenen Vorschriften sind durch das Reichsgesetzblatt zu veröffentlichen und dem Reichstage bei seinem nächsten Zusammentritte zur Kenntnisnahme vorzulegen.

4. Verfahren bei Errichtung oder Veränderung von gewerblichen Anlagen.

Nach der Ausführungsanweisung zur Gewerbeordnung vom 9. August 1899 regelt sich das Verfahren bei Errichtung oder Veränderung von gewerblichen Anlagen §§ 16 ff. wie folgt:

Der Antrag auf die Erteilung der Genehmigung ist anzubringen:

a) wenn die Anlage innerhalb eines Landgemeindebezirks oder selbständigen Gutsbezirks errichtet werden soll, bei dem Landrat;

b) wenn die Anlage innerhalb eines Stadtbezirks errichtet werden soll und die Beschlußfassung dem Stadtausschusse oder dem Magistrate zusteht, bei dieser Behörde, andernfalls bei der Polizeibehörde des Stadtbezirks.

(Eines besonderen Baugesuches auf Grund der Baupolizeiordnung bedarf es bei Anträgen gemäß § 16 nicht, da die Konzessionserteilung die Bauerlaubnis einschließt.)

Aus dem Antrage muß der vollständige Name, der Stand und der Wohnort des Antragstellers ersichtlich sein.

Demselben sind in drei Exemplaren eine Beschreibung, eine Situationszeichnung und der Bauplan der Anlage beizufügen.

Aus diesen Vorlagen müssen hervorgehen:

a) die Größe des Grundstücks, auf welchem die Betriebsstätte errichtet werden soll, die Bezeichnung, welche dasselbe im Grundbuche oder im Kataster führt, und der etwaige besondere Name;

b) die gleichartige Bezeichnung der Grundstücke, welche es umgeben, und die Namen ihrer Eigentümer;

c) die Entfernung, in welcher die zum Betriebe bestimmten Gebäude oder Einrichtungen von den Grenzen der benachbarten Grundstücke und den darauf befindlichen Gebäuden, sowie von den nächsten öffentlichen Wegen liegen sollen;

d) die Höhe und Bauart der benachbarten Gebäude, sofern zu der Betriebsstätte Feuerungsanlagen gehören;

e) die Lage, Ausdehnung und Bauart der Betriebsstätte, die Bestimmung der einzelnen Räume und deren Einrichtung im allgemeinen;

f) der Gegenstand des Betriebes, die Grundzüge des Verfahrens, und der anzuwendenden Apparate, die ungefähre Ausdehnung des Betriebes, die Arten der bei demselben entwickelten Gase und die Vorkehrungen, durch welche deren Entweichen verhindert werden soll, die Beschaffenheit der festen und flüssigen Abfallprodukte, sowie die Art ihrer Beseitigung, insbesondere, wenn diese durch Ableitung in Wasserläufe erfolgen soll.

Bei Schießpulver- und Sprengstofffabriken, sowie bei Anlagen zur Feuerwerkerei und zur Bereitung von Zündstoffen aller Art sind genaue Angaben über die Bestimmung und Einrichtung der einzelnen Räume, sowie über den Hergang der Fabrikation erforderlich. Auch ist für jeden einzelnen Raum das Maximum der darin zu verarbeitenden oder zu lagernden Stoffe anzugeben.

Für Stauanlagen sind besondere Anweisungen erlassen. Hier werden besonders auch die nötigen Längen- und Querprofile, sowie die Angaben über die verschiedenen Wasserstände verlangt.

Für die erforderlichen Zeichnungen ist ein Maßstab zu wählen, der eine deutliche Anschauung gewährt; der Maßstab ist stets auf den Zeichnungen einzutragen, ebenso sind die Himmelsrichtungen anzugeben. Für die Zeichnungen ist haltbares Zeichenpapier, das auf Leinwand aufgezogen ist, oder durchsichtige Zeichenleinwand zu verwenden.

Nivellements und die dazu gehörigen Situationspläne sind von vereideten Feldmessern oder von Baubeamten zu fertigen. Alle sonstigen Aufmessungen und Zeichnungen können von den mit der Ausführung betrauten Technikern und Werkmeistern angefertigt werden.

Beschreibungen, Zeichnungen und Nivellements sind von demjenigen, welcher sie gefertigt hat, und von dem Unternehmer zu unterschreiben.

Das erste Exemplar der Vorlagen geht dem zuständigen Baubeamten, das zweite dem zuständigen Gewerbeaufsichtsbeamten, und das dritte ev. dem zuständigen Medizinalbeamten zu.

Die Beschlußbehörde fertigt ev. nach Abschluß des Verfahrens, sobald der Beschluß erster Instanz rechtskräftig geworden, oder der Rekursbescheid ergangen ist, die Genehmigungsurkunde aus.

In der Urkunde sind sämtliche Bedingungen, unter welchen die Anlage genehmigt worden ist, aufzuführen und die von dem Unternehmer eingereichten, dem Verfahren zugrunde gelegten Beschreibungen, Zeichnungen und Pläne ausführlich zu bezeichnen, auch, soweit angängig, durch Schnur und Siegel damit zu verbinden.

Es sei hier ferner noch auf § 49 R.-G.-O. hingewiesen, nach welchem bei Erteilung der Genehmigung zu einer Anlage der in §§ 16 und 24 bezeichneten Arten von der genehmigenden Behörde eine Frist gesetzt werden kann, binnen welcher die Anlage oder das Unternehmen bei Vermeidung des Erlöschens der Genehmigung begonnen und ausgeführt und der Gewerbebetrieb angefangen werden muß. Ist eine solche Frist nicht bestimmt, so erlischt die erteilte Genehmigung, wenn der Inhaber nach Empfang derselben ein ganzes Jahr verstreichen läßt, ohne davon Gebrauch zu machen.

Eine Verlängerung der Frist kann bewilligt werden, sobald erhebliche Gründe nicht entgegenstehen.

Von den maßgebenden Behörden sind oft besondere Verordnunge und Vorschriften für die Errichtung gewerblicher Anlagen nac §§ 120a bis d erlassen. Der Gewerbeunternehmer, der eine Anlag errichten, baulich verändern oder verlegen will, wird sich stets m diesen Bestimmungen genau bekannt zu machen und sich gegebenen falls rechtzeitig über das, was gefordert wird, etwa bei dem zustän digen Gewerbeaufsichtsbeamten u. dergl. zu erkundigen haben.

5. Baupolizeiliche Genehmigung.

Für alle Anlagen, die nicht unter §§ 16 und 24 der R.-G.-C fallen, ist vor allen Dingen die baupolizeiliche Genehmigung erfor derlich. Wir lassen hier die hauptsächlichsten Bestimmungen de Baupolizeiordnungen für den Stadtkreis Berlin und andere Orte folgen

Der baupolizeilichen Genehmigung bedürfen:

1. alle neuen baulichen Anlagen,

2. bei bestehenden baulichen Anlagen die Herstellung oder Veränderun von massiven oder Fachwerkwänden, Decken, Eisenkonstruktionen, vortretende Bauteilen, Treppen, Licht-, Lüftungs- und Aufzugsschachten, Feuerstätten od Schornsteinen.

Mit dem Antrage auf baupolizeiliche Genehmigung ist

a) ein Bauplan vorzulegen, welcher unter Darstellung der Grundris sämtlicher Geschosse, sowie der erforderlichen Querschnitte und Ansicht die Konstruktion und die Abmessungen des Baues genau erkennen läßt u über die beabsichtigte Benutzungsart der Räume Auskunft gibt.

Soweit es zur baupolizeilichen Prüfung erforderlich ist, sind einzel Teile des Bauplanes durch Detailzeichnungen zu erläutern und die Tragfähi keit der Konstruktionen rechnungsmäßig nachzuweisen.

Baupläne sind in der Regel im Maßstabe 1 : 100, Detailzeichnungen i Maßstabe 1 : 20 zu fertigen.

Bei Errichtung neuer baulicher Anlagen, sowie bei wesentlichen Ve änderungen ist außerdem

b) ein Lageplan vorzulegen, welcher im Maßstabe von mindestens 1 : 50 die Lage des Grundstückes zu den angrenzenden Straßen und zu den Nachba grundstücken unter Einzeichnung der Baufluchtlinien, sowie die Entfernun des beabsichtigten Baues von anderen Gebäuden auf demselben Grundstück von Straßen, Nachbargrenzen und den Gebäuden auf Nachbargrundstücke genau erkennen läßt und auf Verlangen der Polizeibehörde durch einen ve eideten Landmesser oder Feldmesser beglaubigt werden muß.

Das Grundstück, auf welchem gebaut werden soll, muß stets nach Haus und Grundbuchnummer bezeichnet werden.

Für Neubauten ist bei Einreichung der Bauvorlagen anzugeben, wie di Entwässerung stattfinden soll.

Die Pläne sind zur Erleichterung der Übersicht farbig anzulegen.

Sämtliche Bauvorlagen sind in drei Exemplaren — von dem Bauherrn und dem verantwortlichen Bauunternehmer unterschrieben — einzureichen.

Weitere Vorschriften über die Bauvorlagen können von der Polizeibehörd gegeben werden.

In Sachsen kann die Baupolizeibehörde solche Personen als Bauleiter ode Bauausführende zurückweisen, hinsichtlich welcher Tatsachen vorliegen, aus dener

sich ergibt, daß sie wegen Unzuverlässigkeit oder Mangels an Sachkunde zur Leitung des beabsichtigten Baues ungeeignet sind.

Ein mit Genehmigungsvermerk versehenes Exemplar der Bauvorlagen erhält der Bauherr zurück. Dasselbe muß während der Bauausführung stets auf der Baustelle gehalten werden. Die Gültigkeit des Bauscheines erlischt nach Jahresfrist, wenn inzwischen der Bau nicht begonnen, oder wenn ein begonnener Bau länger als ein Jahr nicht ernstlich fortgeführt ist.

6. Baupolizeiliche Aufsicht, Prüfung und Abnahme der Bauausführung.

Der Beginn der Bauarbeiten ist der Behörde anzuzeigen.

Besondere Vorschriften behandeln die Baugerüste, die Sicherheitsmaßregeln bei der Bauausführung, sowie die Überwachung derselben durch die Baupolizeibehörde.

Wenn ein Bau in seinen Wänden und Eisenkonstruktionen einschließlich der feuersicheren Treppen, sowie in Dach- und Balkenanlagen vollendet ist, hat der Bauherr die Abnahme bei der Baupolizeibehörde schriftlich zu beantragen. Nach vorschriftsmäßiger Ausführung wird durch die Baupolizeibehörde die Abnahme des Rohbaues bescheinigt.

Bei Erteilung des Rohbauabnahmescheines wird bestimmt, wann mit den inneren und äußeren Putzarbeiten begonnen werden darf. Gebäude, welche ganz oder teilweise zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, dürfen nicht früher als sechs Wochen nach Vollendung des Rohbaues geputzt werden (Berlin).

7. Mitwirkung anderer Behörden

(bei der Genehmigung von Bauausführungen in der Nähe von Eisenbahnen, öffentlichen Wasserstraßen, Waldungen, Pulverhäusern, Chausseen und Landstraßen, sowie im Bereich von Festungen).

Es wurde schon weiter oben darauf hingewiesen, daß Neubauten in der Nähe von Eisenbahnen, öffentlichen Wasserstraßen, Waldungen besonderen Bestimmungen oder Beschränkungen unterworfen sind. Hier sind in der Regel auch die beteiligten Behörden zu befragen. Ähnlich verhält es sich mit Neubauten in der Nähe von Pulverhäusern, Chausseen und Landstraßen. Bei Bauausführungen im Bereich der Festungsanlagen ist neben der baupolizeilichen eine Genehmigung der Kommandantur bzw. der Reichs-Rayon-Kommission erforderlich. Die hier eintretenden Beschränkungen sind durch die Rayon-Gesetzgebung geregelt und nach der größeren oder geringeren Entfernung der Grundstücke von den Befestigungen verschieden. Für die Beschränkung in der Benutzbarkeit des Eigentums wird Entschädigung geleistet.

E. Baustoffe.

1. Allgemeines.

1. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, sämtliche Baustoffe und deren Eigenschaften zu g nur im allgemeinen diejenigen hauptsächlichsten vorheben, welche man an einen guten Baustoff, n solchen zum Bau von Fabriken zu stellen berecht dann die hauptsächlich hier in Frage kommenden und besonders ihre gegenseitigen Vorzüge und Da es durchaus vollkommene Baustoffe nicht gi uns auch mit denjenigen Schutzmitteln beschäftig det, um diesen oder jenen Mängeln einzelner Sto auch bei der Wahl der Baustoffe die Kostenfrage ei spielt, so wird man oft gezwungen sein, von der Zweck besten Stoffe aus Ersparnisrücksichten abzu einem minder vollkommenen jedoch brauchbaren z all wird ein Hauptaugenmerk darauf zu richten se der herzustellende Bauteil hauptsächlich dienen so richtige Wahl unter den Baustoffen treffen zu kön

2. Die wichtigsten Eigenschaften der

Fragen, die bei der Benutzbarkeit und bei d in Betracht kommen sind z. B. das Vorkommen u keit, die Leichtigkeit oder Schwierigkeit der Bearb keit, welche sie den Beanspruchungen, denen sie sollen, entgegensetzen, ihre Beständigkeit gegen V gegen Nässe und Trockenheit, gegen Wärme und leitungsvermögen, ihre Luftdurchlässigkeit, ihre D keit und Wasseraufnahmefähigkeit und ihre Feuerfe fisches Gewicht. Die Widerstandsfähigkeit gegen c kann bei gewissen Fabrikanlagen von großer Bede die Leitungsfähigkeit für Schall und Elastizität. Eigenschaften wie äußeres Aussehen, Farbe, Politu hier meist nebensächlich sein.

Das Vorkommen und die Gewinnbarkeit wer stimmten Ort wegen des Kostenpunktes von Wichti man ein in der betreffenden Gegend vorkommendes M Kosten für weite Beförderung erspart, und man erl werker, welche mit den Eigenschaften und der Be sind, deren Leistungen also in bezug auf Menge *sein werden.*

Schwierige Verarbeitung infolge großer Härte und Zähigkeit kann die Kosten sehr erhöhen. So lassen sich z. B. Kalk- und Sandsteine viel leichter bearbeiten als Granit u. dergl. Anderseits wird man für Teile, die einer hohen Abnutzung ausgesetzt sind wie Treppenstufen, Pflaster u. dergl., lieber ein härteres, widerstandsfähiges Material wählen.

Eine sehr große Rolle spielt die Festigkeit der Baustoffe namentlich für alle tragenden Konstruktionsteile, wie Grundmauern, Tragwände, Säulen, Unterzüge, Träger, Balken und Dachkonstruktionen. Handelt es sich nur um eine Beanspruchung auf Druck, so kann Stein als Baustoff am Platze sein, wie bei Mauern, oder Gußeisen, wie bei Unterlagsplatten, zentrisch belasteten Säulen u. dergl. Exzentrisch belastete Säulen wird man besser aus Schmiedeeisen herstellen. Ebenso wird man diesen Stoff wählen, wenn es sich um Zugübertragungen handelt, während Holz und Schmiedeeisen am Platze sind bei allen Konstruktionen, die auf Biegung beansprucht werden, wie Balken, Träger, Unterzüge, Sparren, Pfetten u. dergl. Schmiedeeisen leistet auch überall die besten Dienste, wo es sich um Widerstand gegen Scherfestigkeit handelt, wie bei Schrauben- und Nietenverbindungen, Laschen, Konsolen u. dergl.

Da man von allen Bauwerken im allgemeinen eine möglichst lange Dauer verlangt und möglichst geringe Ausbesserungs- und Unterhaltungskosten, so wird man, soweit angängig, überall solche Baustoffe wählen, welche den zerstörenden, äußeren Einflüssen einen recht großen Widerstand entgegensetzen. Besonders an den Außenflächen der Gebäude bestehen diese Einflüsse in den Einwirkungen der Witterung. Der Sauerstoffgehalt der Luft sucht sich mit den meisten Stoffen zu verbinden und wirkt so zerstörend auf die in den Baustoffen bestehenden Verbindungen. In ähnlicher Weise wirkt der Gehalt der Luft an Kohlensäure und schwefliger Säure, der besonders in großen Städten oder in Industriebezirken ein bedeutender ist. Durch das Wasser werden viele Stoffe gelöst und weggespült. Abwechselnde Nässe und Trockenheit bringt Holzwerk leicht zum Verfaulen. Der Wechsel der Temperatur bringt in den Stoffen Bewegungen hervor. Durch die auf diese Weise erzeugten Ausdehnungen und Zusammenziehungen wird das Gefüge der Baustoffe gelockert, und es entstehen mehr oder weniger große Risse und Spältchen. Diese gewähren dem Wasser den Eintritt, welches beim Gefrieren sich mit großer Kraft ausdehnt, die feinen Risse allmählich erweitert und endlich einzelne Teile lossprengt. In dieser Weise werden namentlich Gesteine angegriffen und nach und nach zerstört.

Für alle Räume, in denen Menschen sich dauernd aufhalten, wird für die Umfassungswände ein Baustoff erwünscht sein, welcher luftdurchlässig ist, um auf diese Weise eine für das Atmen notwendige

Lufterneuerung herbeizuführen. Durchaus notwendig wird dies für alle solche Räume, in denen eine besondere Lüftungseinrichtung nicht vorgesehen ist. Ziegelsteine bilden für diesen Zweck einen guten Baustoff, sowie alle porösen Stoffe, während dichte Gesteine wie Granit, Sandstein und ähnliche oder Beton hier nicht am Platze sind. Mit der Porigkeit der Stoffe ist zugleich ein schlechtes Wärmeleitungsvermögen verbunden, so daß durch solche Stoffe die Räume gegen äußere Wärme oder Kälte geschützt werden. An guten Wärmeleitern (dichten, natürlichen Gesteinen u. dergl.) schlägt sich die Feuchtigkeit nieder; die daraus hergestellten Wände bleiben selber feucht, während solche aus porigen Stoffen schneller trocknen. Die Durchfeuchtung aber verringert wiederum die Durchlässigkeit.

Von größter Bedeutung ist die Feuersicherheit der Baustoffe. Von ihr hängt in hohem Grade das Leben der Bewohner oder der Beschäftigten in einem Gebäude ab, die Beschränkung eines ausbrechenden Feuers auf seinen Herd, oder die Zerstörung der ganzen Anlage.

Das größere oder geringere spezifische Gewicht wird namentlich bei Herstellung leichter Zwischenwände, die unten keine unmittelbaren Unterstützungen erhalten, bei leichten Deckenfüllungen und Gewölben, sowie bei leichten Bedachungen eine Rolle spielen.

3. Die Hauptbaustoffe. Stein, Holz und Eisen.

(Ihre Vorzüge und Nachteile.)

Zu den Hauptstoffen, die zum Aufbau eines Gebäudes dienen, sind Steine, Holz und Eisen zu rechnen. Hierher gehören auch die Mörtelstoffe, namentlich solche wie Gips und Zement, aus denen nicht nur einzelne Gebäudeteile hergestellt werden, wie Wände, Fußböden u. dergl., sondern die auch zur Errichtung ganzer Bauwerke dienen, wie der Zement im Eisenbetonbau.

Den ersten Platz unter den Baustoffen haben von jeher die natürlichen Steine eingenommen. Ihre Hauptvorzüge bestehen in ihrer großen Festigkeit, namentlich in bezug auf Druckkräfte, in ihrer Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung, in ihrer Beständigkeit gegen Wasser und Feuer und in ihrer oft Jahrhunderte und Jahrtausende überstehenden Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterung. Nachteile bilden zuweilen im Vergleich mit Holz oder Eisen oder mit künstlichen Steinen die größeren Querschnittsabmessungen, die sie erhalten müssen, die Luftundurchlässigkeit vieler von ihnen, die Beschränktheit in den Größen der einzelnen Stücke oder die schwierige Bearbeitung sowie das hohe Gewicht und der Mangel an Zugfestigkeit und Elastizität.

Vorzüge des Holzes bilden seine Elastizität und Zähigkeit, seine

Festigkeit, verbunden mit seiner großen Leichtigkeit, seine leichte Bearbeitung, sein Vorkommen in großen Längen, so daß Balken, Pfosten und Bretter in einem Stück daraus hergestellt werden können, sein geringes Wärmeleitungsvermögen sowie die geringen Änderungen in den Abmessungen, die durch Temperaturwechsel hervorgerufen werden. Nachteile des Holzes bilden seine leichte Zerstörbarkeit durch Witterungseinflüsse, seine Brennbarkeit, seine Vergänglichkeit, der Einfluß von Feuchtigkeit und Trockenheit, aus welchem das Quellen, Schwinden, Werfen, Reißen u. dergl. entstehen, die Angreifbarkeit und Zerstörung durch Hausschwamm und Wurmfraß.

Das Eisen steht namentlich durch seine große Festigkeit obenan, durch welche auch bei starken Beanspruchungen den einzelnen Baugliedern ein verhältnismäßig geringer Querschnitt gegeben werden kann. Die hierdurch bedingte Raumersparnis gibt allein schon oft den Ausschlag für die Wahl dieses Stoffes. Weitere Vorzüge sind seine Herstellung in fast unbegrenzten Mengen und Längen, die leichte Gestaltung durch Gießen oder Schmieden und Walzen, die leichte und sichere Verbindung einzelner Teile, die Billigkeit, die fast unbegrenzte Unabhängigkeit von der Grundrißgestaltung und der Höhe der Räume. Nachteile dagegen bilden der Mangel an Feuersicherheit, das große Wärmeleitungsvermögen, die große Schwierigkeit, namentlich bei Gußeisen, nachträgliche Veränderungen der Form vornehmen zu können und die leichte Angreifbarkeit, besonders des schmiedbaren Eisens, durch Rost, aus der wiederum lästige Unterhaltungskosten erwachsen.

4. Natürliche Steine.

Die beim Bau zur Verwendung kommenden Steine sind entweder natürliche oder künstliche.

Die natürlichen Steine werden entweder in den Brüchen meist im Tagbau gewonnen, oder sie werden als Zertrümmerungsprodukte in größeren oder geringeren Stücken gefunden, wie in der ganzen norddeutschen Tiefebene die als erratische Blöcke oder Findlinge bezeichneten Granite. Alle natürlichen Gesteine sind entweder in feuerflüssigem Zustande entstanden, oder sie haben sich im Wasser abgesetzt. Erstere zeigen keine besonderen Ablagerungsflächen. Man nennt sie Massengesteine. Letztere sind deutlich geschichtet und nach diesen Schichten mehr oder weniger leicht spaltbar. Sie werden Schichtgesteine genannt. Zu ersteren gehört der Granit, zu letzteren der Sandstein.

Alle natürlichen Gesteine, namentlich Sand- und Kalksteine lassen sich leichter bearbeiten, solange sie ihre natürliche Bruchfeuchtigkeit noch besitzen. Dagegen sollen die Steine nie bruchfeucht, sondern gehörig ausgetrocknet vermauert werden, namentlich poröse Sand-

steine und weiche Kalksteine, weil sie dann größere Dauer besitzen. Steine, die eine natürliche Schichtung aufweisen, sollen im Bau so verwandt werden, daß die natürlichen Schichtungsflächen wieder Lagerflächen werden, gegen welche die beanspruchende Druckkraft senkrecht gerichtet ist, weil die Steine nach dieser Richtung die größte Druckfestigkeit aufweisen.

Die Prüfung der Gesteine in bezug auf ihre Festigkeit geschieht durch Festigkeitsmaschinen an Probekörpern. Die auf diese Weise ermittelten Festigkeitszahlen sind für Steine derselben Art sehr verschieden je nach ihrer Herkunft, ja sie wechseln oft bedeutend für verschiedene Lagen desselben Steinbruchs und sind zum Teil abhängig von Größe und Gestalt der Probekörper. Um daher die nötige Sicherheit zu haben, soll die zulässige Inanspruchnahme der Gesteine auf Druck in der praktischen Bauausführung betragen:

bei dauernden Ausführungen unter den günstigsten Umständen etwa $^1/_{10}$;

bei Ausführungen, die geringen Erschütterungen ausgesetzt sind, etwa $^1/_{20}$;

bei solchen, die starke Erschütterungen zu erleiden haben, und bei dünnen Pfeilern und Säulen etwa $^1/_{40}$ von den durch die Festigkeitsuntersuchungen erhaltenen Mittelwerten.

Die Bauabteilung des Berliner Polizeipräsidiums schreibt als zulässige Druckbeanspruchung für 1 qcm vor beim: Basalt = 75 kg, Granit = 45 kg, Muschelkalkstein = 25 kg, roten Sandstein = 15 kg, hellen Sandstein 30 kg, Tuffstein = 6 kg und Marmor = 24 kg.

Von der Frostbeständigkeit überzeugt man sich durch Überwintern der Steine im Freien oder durch besondere Frostproben. Für Beurteilung aller Eigenschaften eines Baustoffs gibt die Erfahrung den besten Anhalt.

Die Witterungsbeständigkeit und Dauerhaftigkeit ist um so größer, je reicher die Gesteine an Kieselsäure ($Si\,O_2$) sind, wie dies der Fall ist im Quarz, Quarzit, Grauwackenschiefer, quarzreichen Granit, Gneis, Sandstein mit kieseligem Bindemittel. Die Haltbarkeit wird sehr beeinträchtigt durch Gehalt an Schwefelkies, Eisenoxydul, eisenhaltigem Glimmer, durch lockeres Gefüge, eingeschlossene Adern und Nester. Sandsteine mit kalkigem, mergeligem, tonigem Bindemittel sind ebenfalls nur von mäßiger Wetterbeständigkeit.

Feuerbeständig sind Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer (Topfstein), Serpentin, Gips, einige Kalksteine mit tonigem oder auch kieseligem Bindemittel, Tonschiefer, Trachyttuff (Backofenstein), Bimssteintuff, Basalttuff (Oberpfalz) und Traß; nichtfeuerbeständig: alle Augitgesteine, wie Basalt und Dolerit (schmelzen), die meisten Kalksteine, Dolomite und Mergelarten, Sandsteine mit kalkigem und mergeligem Bindemittel und Bimsstein.

Die anderen Gesteine erhalten im Feuer Risse und Sprünge, wie Granit und Syenit, oder sie zerspringen ganz und zwar grobkörnige leichter als feinkörnige. Alle Gesteine, auch die feuerfesten, erleiden im Feuer an ihrer Tragfähigkeit Einbuße.

5. Künstliche Steine.

Von den künstlichen Steinen werden sowohl für Fabrikgebäude als für Wohngebäude namentlich die gebrannten Ziegelsteine sehr vielfach verwandt. Sie werden aus geeignetem Ton oder Lehm geformt, getrocknet und bei beginnender Weißglut gebrannt. Sie zeichnen sich durch ihre handliche Größe (Deutsches Normalformat: 25:12:6,5 cm), ihre Wetterbeständigkeit und Luftdurchlässigkeit verbunden mit Härte und Festigkeit und verhältnismäßig geringem spezifischen Gewicht (1,6) aus.

Ein guter Ziegelstein soll aus geeignetem Ton hergestellt, gut geformt und gebrannt sein. Er soll einen guten, hellen Klang haben, scharfkantig sein und beim Durchschlagen mit dem Hammer eine ebene, gleichmäßige Bruchfläche ergeben. Die Masse muß frei von größeren Kalkstückchen sein, da diese beim Naßwerden ablöschen, sich ausdehnen und den Stein zersprengen. Ebenso dürfen Schwefel, Salze und organische Teile wie Wurzelreste u. dergl. nicht vorhanden sein, da diese zu Verwitterungen und Ausblühungen Veranlassung geben und die Festigkeit verringern. Gute Ziegel sollen nicht zu wasseraufsaugend sein.

Die gewöhnlichen Ziegel heißen Hintermauerungssteine. Porige, leichte Steine erhält man durch Beimischung brennbarer Stoffe zu dem Ziegelgut. Sie werden vielfach für Gewölbekonstruktionen benutzt; ihre Festigkeit ist eine geringere. Hohlsteine oder Lochsteine sind von rechteckigen oder kreisförmigen Hohlräumen durchsetzt, so daß nur 1,5—2,5 cm starke Wandungen und Stege übrigbleiben. Sie sind leicht und fest. Für besondere Zwecke wie Deckenkonstruktionen werden die verschiedenartigst gestalteten Formsteine hergestellt. Klinker sind bis zur Verglasung bei hoher Temperatur gebrannt. Sie sind sehr fest und wasserundurchlässig und finden Verwendung für Pflaster, Grundbau, Aborts- und Jauchegruben.

Verblendsteine sind besonders sorgfältig aus ausgewähltem Material hergestellte Steine für die Ansichtsflächen. Andere für das Baufach wichtige Tonwaren sind die Terrakotten, die als Bauornamente die vielseitigste Verwendung finden. Erwähnen wollen wir noch die Mettlacher Fliesen der Firma Villeroy & Boch. Dieselben zeichnen sich durch äußerste Härte und Wetterbeständigkeit aus und liefern vorzügliche Beläge und Wandbekleidungen für Maschinenräume, Waschräume, Flure u. dergl.

Zu erwähnen sind hier ferner die feuerfesten Schamottesteine, die Dachziegel und die Tonröhren. Letztere werden, mit dauerhaften Glasuren versehen, vielfach für Hausentwässerungen, Kanalisationen u. dergl. angewandt.

Durch Glasieren werden Dachziegel dauerhafter gemacht. Die Glasur verschließt die Poren, verhindert den Eintritt des Wassers, sowie das Ablagern von Staub u. dergl. Dadurch wird wiederum eine Bildung von Flechten und Moosen verhindert, welche die Steine nach und nach angreifen und zerstören.

Als zulässige Druckbeanspruchung kann man rechnen: für gewöhnliches Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel 7 kg/qcm, für bessere Steine in verlängertem Zementmörtel 10 kg, für Klinkermauerwerk in Zementmörtel 12—15 kg.

Von den ungebrannten Steinen spielen die aus Lehm geformten und getrockneten Lehmsteine nur eine untergeordnete Rolle. Sie werden von Wasser erweicht, besitzen eine sehr geringe Festigkeit, sind aber leicht, trocken- und warmhaltend und finden daher zur Ausmauerung von inneren Fachwerkswänden namentlich auf dem Lande zuweilen Verwendung.

Die meisten ungebrannten künstlichen Steine werden aus Sand, zerkleinerten Steinen, Kork u. dergl. hergestellt mit Hilfe irgend eines Bindemittels, wie Kalkmilch, Gips, Zement, Teer, Asphalt u. dergl. Eine Anzahl von ihnen hat eine größere Bedeutung und Verbreitung gefunden.

Zu letzteren gehören die rheinischen Schwemmsteine, bestehend aus Bimssteinsand und 10 % Kalk. Sie haben ein sehr geringes spezifisches Gewicht (0,76), aber auch nur eine geringe Druckfestigkeit. Die rauhen Flächen lassen Mörtel und Putz gut haften. Man verwendet sie für Fachwerkwände und leichte Innenmauern, für unbelastete Gewölbe, wegen ihrer Porosität für Eis- und Bierkeller. Sie sind feuerfest.

Kalksandsteine werden nach verschiedenen, zum Teil patentierten Verfahren hergestellt. Früher ließ man das aus gelöschtem Kalk bestehende Bindemittel in den geformten Steinen allmählich durch Kohlensäureaufnahme aus der Luft erhärten, was eine längere Zeit in Anspruch nahm. Heute wandelt man, z. B. nach dem Verfahren von Schwarz, die Kalkmasse durch Einwirkung von hochgespannten Wasserdämpfen in kieselsauren Kalk um, wodurch der ganze Prozeß auf 10 bis 12 Stunden beschränkt wird. Diese Steine, auch Hartziegel genannt, besitzen eine hohe Festigkeit, sind scharfkantig, frostbeständig und haben sich bereits vielfach nicht nur bei Hochbauten, sondern auch im Wasserbau bestens bewährt.

In den Schlackensteinen wird statt Sand granulierte Hochofenschlacke verwandt. Auch diese Steine sind fest, wetterbeständig, porös

und verbinden sich gut mit Mörtel aus Kalk und Schlackensand. Die Mauern trocknen schnell und geben gesunde und gegen Temperatureinwirkungen geschützte Räume.

Steine von vorzüglicher Festigkeit und Dauerhaftigkeit erhält man aus Sand oder gemahlenen Steinen mit Zement als Bindemittel. In bezug auf Luftundurchlässigkeit verhalten sie sich aber ähnlich wie dichte, natürliche Gesteine.

Alle aus Gips hergestellten Steine wie auch Wände (Rabitzwände), Gipsdielen u. dergl. zeichnen sich durch Leichtigkeit, Trockenheit und Möglichkeit schneller Benutzung aus. Ihre Festigkeit ist nur gering, und sie sind vor Feuchtigkeit zu schützen.

Korksteine besitzen ein sehr geringes spezifisches Gewicht (0,3) und sind sehr schlechte Wärmeleiter. Sie werden als weiße Korksteine an trockenen Orten verwandt mit Gips als Mörtel. An feuchten Orten und als feuerschützende Umhüllungen von eisernen Säulen und Trägern gebraucht man schwarze Korksteine mit Steinkohlenpech als Bindemittel und Zement oder Asphalt als Mörtel.

6. Mörtel.

Eine wichtige Stelle unter den Baustoffen nehmen die Mörtel ein, zunächst als Bindemittel zwischen den einzelnen Steinen, dann aber auch als Überzüge zur Glättung und zum Schutz der Mauern und zur Bekleidung der Decken als Putz oder als Estrich zum Belag der Fußböden.

Man unterscheidet Luft- und Wassermörtel. Erstere erhärten nur an der Luft, letztere sowohl an der Luft als im Wasser. Zu den ersteren gehören der Lehm-, Gips- und der Kalkmörtel, zu den letzteren die Puzzolane, die hydraulischen Kalke und der Romanzement sowie vor allem der Portlandzement.

Luftmörtel können an feuchten Orten oder im Wasser nicht verwandt werden, weil sie entweder im Wasser erweichen oder löslich sind, oder weil sie wie der Kalkmörtel zur Erhärtung des Zutritts der Luft bedürfen.

Lehm ist durch Sand verunreinigter Ton. Er wird durch Zusatz von Wasser formbar, schwindet beim Trocknen, ist im Wasser nicht löslich, erweicht aber, ist feuerbeständig. Unschmelzbar ist nur ganz reiner Ton (Porzellanerde oder Kaolin). Man verwendet Lehm außer zum Ziegelbrennen als Füllmaterial für Zwischendecken, zum Dichten, da er große Wassermengen aufnimmt, aber nicht durchläßt, als Mörtel, Putz und Estrich. Lehmmörtel wird in der Regel mit Häcksel oder Spreu vermischt und ist nur an trockenen Orten zu verwenden. Er bildet einen guten Mörtel für Feuerungsanlagen (Backöfen u. dergl.). Handelt es sich um hohe Hitzegrade, so verwendet man Schamotte-

mörtel. Lehmmörtel ist billig und leicht zu verarbeiten. Lehmestrich findet für Tennen u. dergl. Verwendung, wobei er mit Hammerschlag gemischt, auch wohl mit Ochsenblut getränkt wird.

Gips wird durch Brennen von natürlichem Gipsstein erhalten, der vor oder nach dem Brennen gemahlen wird. Je nach der Brenntemperatur erhält man Stuckgips (bei 120—130° C) oder Estrichgips (bei 500°). Stuckgips erhärtet mit Wasser angerührt in weniger als einer halben Stunde; er erwärmt merklich beim Erhärten und erfährt dabei eine Raumvermehrung von 1 %, ist nicht witterungsbeständig. Teils allein, teils mit Weißkalk und Sand findet er Verwendung zu Putz, Stuck u. dergl. Die Porigkeit wird durch Anmachen mit Leimwasser vermindert. Weitere Verwendung findet er für Rabitzwände, Gipsdielen, Spreutafeln, Platten und Steine. Für Gipsdielen werden Tierhaare und Pflanzenfasern eingemischt, auch Einlagen von Rohr, Kokosfasern u. dergl. gemacht. Gipsdielen sind leicht (Volumengewicht 0,7—0,8), gut bearbeitbar, schlechte Leiter für Schall und Wärme, trocken. Beim Rabitzbau wird ein verzinktes Eisendrahtgewebe mit einem beiderseitigen Verputz von Gips mit etwas Kalk, Sand, Haaren und Leimwasser versehen. Die so umhüllten Drahtgewebe dienen als leichte Zwischenwände sowie zum Schutz gegen Feuer bei Holz- und Eisenkonstruktionen. Stuckgips ist in 400 Teilen Wasser löslich. Er wird dagegen am besten durch einen Ölfarbenanstrich geschützt.

Der scharf gebrannte Estrichgips zeigt sich nach dem Erhärten mit Wasser widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit und Witterungseinflüsse. Die Abbindezeit ist bedeutend länger als bei Stuckgips, die Härte ist größer. Er wird mit weniger Wasser angerührt (mörtelartig), zeigt fast keine Wärmeentwicklung, erhärtet sehr langsam und muß während des Erhärtens feucht erhalten werden. Gut gebrannt zeigt er einen Stich ins Gelbliche oder Rötliche. Estrichgips ist völlig volumenbeständig. Er ist viel dichter als Stuckgips und daher witterungsbeständiger und gibt einen vorzüglichen Mörtel, der fester haftet und schneller erhärtet als Kalkmörtel und daher während des Baues größere Sicherheit gegen Einsturz bietet. Gipsestrich zeichnet sich durch Billigkeit, Dauerhaftigkeit, Feuersicherheit, schlechte Wärmeleitung, Freiheit von Fugen, Schutz gegen Mäuse und Ungeziefer aus und bildet eine gute Unterlage für Linoleum.

Zur Herstellung von Kalkmörtel bedient man sich des gebrannten Kalkes. Diesen gewinnt man durch Brennen des Kalksteins bei Weißglut. Man muß ihn bald verwenden, da er durch den Einfluß von Luft und Feuchtigkeit leidet. Übrigens müssen sowohl Gips wie Kalk und Zement durchaus trocken aufbewahrt werden. Größere Beimengungen von Sand und Ton (10 %) machen den Kalk „mager". Der gebrannte Kalk wird entweder „naß" durch Übergießen in höl-

zernen Löschkasten oder eisernen Pfannen gelöscht oder „trocken“, indem der Kalk in Drahtkörben in Wasser getaucht und dann in Fässer geschüttet wird, oder indem kegelförmige Kalkhaufen mit einer 25—30 cm starken, naß zu haltenden Sandschicht bedeckt werden. Fettkalk vermehrt das Volumen beim Löschen um das zwei- bis dreifache, Magerkalk um das ein- bis zweifache. Beim Trockenlöschen zerfällt der Kalk zu Staubkalk, beim nassen Löschen erhält man Kalkbrei, der in nicht fest ausgemauerten Gruben aufbewahrt wird, bis sich fingerbreite Risse bilden. Reiner Kalk gibt einen fetten, schlüpfrigen Brei, solcher mit Beimengungen einen weniger ergiebigen, kurzen, mageren. Kalkmörtel kann nur erhärten, indem er die beim Brennen ausgetriebene Kohlensäure aus der Luft wieder aufnimmt und sich so in festen, im Wasser unlöslichen kohlensauren Kalk verwandelt. Damit die Luft bis ins Innere der Fugen dringen kann, muß der Kalkbrei mit möglichst reinem, scharfkörnigem Sande, am besten Quarzsand, gemischt werden, so daß sich nach Austrocknung des überschüssigen Wassers feine Kanälchen in der Mörtelmasse bilden. In dem Maße, in welchem die Kohlensäure aufgenommen wird, scheidet sich das beim Löschen zugesetzte, chemisch gebundene Wasser als „Schwitzwasser“ an den Wänden aus. Dicke Mauern erfordern zu ihrer Erhärtung oft sehr lange Zeit. Mauern aus dichtem, natürlichem Gestein sollen aus diesem Grunde nie in reinem Kalkmörtel aufgeführt werden, sondern etwa in sogenanntem verlängerten Zementmörtel (Zementkalkmörtel).

Die Wassermörtel sind natürliche oder künstliche Stoffe, deren Hauptbestandteile kohlensaurer Kalk in Verbindung mit kieselsaurer Tonerde bilden. Man unterscheidet: 1. Puzzolane, die kalkarm sind und zur Mörtelbereitung des Zusatzes von Kalk bedürfen wie (Puzzolane, Santorinerde) Traß, Ziegelmehl, Hochofenschlacke. 2. Hydraulische Kalke und Romanzement, die kalkreich und unter Sinterungsgrenze gebrannt sind, und von denen die ersteren unter Erwärmung noch löschbar sind, während der letztere nicht löscht aber gepulvert mit Wasser bei schwacher Erwärmung einen Wassermörtel gibt. 3. Portlandzement, der bis zur Sinterung gebrannt ist und den Kalk fast völlig in Verbindungen enthält.

Bei weitem der wichtigste dieser Stoffe ist der Portlandzement. Derselbe ist nach den „Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement“ ein Produkt, entstanden durch Brennen einer innigen Mischung von kalk- und tonhaltigen Materialien als wesentlichsten Bestandteilen bis zur Sinterung und darauf folgende Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit. Er kommt in Fässern (180 kg oder 90 kg brutto) oder in Säcken (70 kg oder 50 kg brutto) in den Handel, ist entweder langsam oder rasch (in weniger als zwei Stunden) bindend, raumbeständig, also nicht treibend, gibt auf einem Siebe von

900 Maschen/qcm höchstens 10 %, auf einem solchen von 5000 Maschen/qcm höchstens 30 % Rückstand und soll nach einer Erhärtungsdauer von 28 Tagen mindestens 16 kg/qcm Zugfestigkeit und 160 kg/qcm Druckfestigkeit besitzen. Seine Farbe ist grünlichgrau, sein spezifisches Gewicht 3,12–3,25. Er fühlt sich scharf an. „Abgebunden“ hat Zement, wenn die Oberfläche einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht. Er erhärtet an der Luft und unter Wasser. Die höchste Festigkeit erlangt er erst nach Jahren. Ursache der Erhärtung bildet die chemische Bindung des Wassers, daher muß er während der Erhärtung vor Austrocknung durch Wärme, Wind usw. geschützt sein. Zement wird durch längere Lagerung langsam bindend und volumenbeständiger. „Schnellbinder“ verwendet man nur bei großem Wasserandrang und reinen Zement nur ausnahmsweise, wenn er dauernd unter Wasser oder in feuchter Erde zu liegen kommt. Der zugesetzte Sand soll rein und scharfkörnig sein, am besten von gemischtem Korn. Bei Beton müssen die zugesetzten Steine rein und lehmfrei sowie hart sein. Schon abgebundener Zement darf nicht wieder angemacht werden. Zement und Sand werden trocken gemischt, dann wird möglichst wenig Wasser zugesetzt und kräftig durchgearbeitet.

Zementkalkmörtel (verlängerter Zementmörtel) ist billig, erhärtet [illegible] sehr fest und wetterbeständig.

[illegible] Zement 1, Sand 3–4 und Kies oder Klein- [illegible] Stampfen [illegible] Beton- [illegible] Mittelschicht.

[illegible] Zement. [illegible] ganz [illegible]

[illegible] Zement- [illegible] Wasser- [illegible] ist [illegible] Frost. [illegible]

Von ganz besonderer Bedeutung ist die Vereinigung von Zement bzw. Beton und Eisen beim Eisenbeton- oder Betoneisenbau, der auch für Fabrikanlagen immer weitere, vorteilhafte Anwendung findet. In dieser Bauweise gelangen die genannten beiden Stoffe zu gemeinsamer, statischer Wirkung gegen äußere Beanspruchung. Hierbei nimmt der Beton die Druckkräfte, das Eisen die Zugspannungen auf. Die daraus hergestellten Bauwerke verbinden die Vorzüge des Massivbaues, wie z. B. Feuersicherheit, mit der leichten Erscheinung und Formgebung der Eisenkonstruktionen. Die Vorzüge dieser neuen Bauweise sind folgende:

Der Beton schützt das von ihm umhüllte Eisen am vollkommensten gegen Rostbildung. Die Haftfestigkeit des Portlandzements am Eisen ist eine sehr bedeutende. Die Ausdehnung von Eisen und Beton ist nahezu die gleiche. Der Portlandzementbeton ist als Umhüllung von Eiseneinlagen imstande, bei Zugbeanspruchungen solche Dehnungen auszuführen, wie es die volle Ausnützung der Zugfestigkeit des eingelegten Eisens verlangt.

Diese Bauweise wird heute nach verschiedenen Verfahren angewandt, von denen wir als in Deutschland verbreitet nur die von Monier, Hennebique, Koenen, Müller und Golding nennen wollen. Da die Eisenbetonbauweise sich am besten für weitgespannte und schwerbelastete Decken eignet, ersetzt sie die hergebrachten Bauarten besonders in Fabriken, Lagerhäusern u. dergl. Ebenso hat sie für Brücken (eben oder gewölbt), Behälter, Silos, Klärbassins, Säurebehälter u. dergl. für industrielle Anlagen, für Gründungen, hier auch in Form von Pfahlrost, für Stützmauern und Böschungsbekleidungen, für Treppen und Dachstühle, ja für ganze Gebäude überall eine weite Verbreitung gefunden.

So einfach diese Ausführungen auch oberflächlich erscheinen mögen, so ist doch bei der Ausführung mit größter Sorgfalt zu verfahren in bezug auf Wahl guter Baustoffe, richtiges Mischungsverhältnis und sachgemäße Herstellung. Am besten werden derartige Arbeiten einer der sich besonders damit befassenden Spezialfirmen übertragen.

7. Holz.

Von den allgemeinen Vorzügen und Nachteilen des Holzes ist bereits weiter oben gesprochen worden. Alles Holz soll trocken zur Verwendung kommen. Es soll frei von dem äußeren, weichen Splintholz und von gesunder Beschaffenheit sein. Das Trocknen an der Luft dauert beträchtliche Zeit, daher werden Hölzer oft künstlich getrocknet. Die Saftstoffe und namentlich die eiweißhaltigen Bestandteile geben später leicht zum Faulen Veranlassung; daher werden diese Stoffe *oft auf künstliche* Weise entfernt oder zerstört

durch Dämpfen, Auslaugen, durch Wasser (Flößen), Durchtränken (Imprägnieren) mittels fäulniswidriger Stoffe wie Sublimat (giftig), Zinkchlorid, Kupfervitriol, Holz- und Steinkohlenteer, Kreosot, Karbolsäure. Durch diese Imprägnierungsstoffe wird zugleich die Entstehung oder Verbreitung von Hausschwamm verhindert oder erschwert. Hausschwamm ist der gefährlichste Feind des Holzes. Er zerstört dasselbe vollständig, breitet sich mit großer Schnelligkeit aus auch durch die feinsten Ritzen des Mauerwerks. Er bildet sich namentlich an feuchten, dumpfen und dunklen Orten. Licht, Luft und Trockenheit erschweren oder verhindern seine Entwicklung. Als Bekämpfungs- bzw. Vorbeugungsmittel gelten Avenarius-Carbolineum, Antinonnin-Carbolineum usw.

Gegen die Angriffe des Feuers schützt man Holz durch Glatthobeln der Flächen, Abfasen der Kanten, durch Anstrich mit Wasserglas, durch Bekleiden mit Gipsdielen, Asbestpappe, Asbestmörtel u. dergl.

Die am meisten bei Bauten zur Verwendung kommenden Hölzer sind Eiche und Buche (harte Hölzer), Erle, Lärche und Kiefer (mittelhart), Tanne und Fichte (weich).

Die Kiefer ist für alle Bauwerke im Freien verwendbar, ferner zu Grundpfählen, Fußbodenbalken, Dielen, Dachkonstruktionen, Türen u. dergl. (harzreich).

Fichtenholz eignet sich zu Balken, Sparren, Ständern, Fußboden, Treppen, Türen usw.

Die Weißtanne zu Balken und Brettern. Das Holz ist wenig harzreich und im Witterungswechsel nicht haltbar.

Die Lärche ist sehr dauerhaft im Trocknen und unter Wasser, auch im Wechsel von Trockenheit und Nässe. Fachwerk, Fußboden, Lagerhölzer werden vorteilhaft aus dem harzreichen, dem Wurmfraß nicht unterworfenen Holze hergestellt.

Von Laubhölzern ist in erster Linie das Eichenholz zu nennen, das höchst dauerhaft ist und überall verwendet werden kann, z. B. zu Streben, Ständern, Schwellen, Fußbodenlagern, Türen, Fenstern, Treppentrittstufen, Parkettfußböden.

Buchenholz ist im Trocknen (Fußboden) und im Nassen (Grundbauten) haltbar.

Erlenholz eignet sich vorzüglich für Grund- und Wasserbauten.

Von den vielfach benutzten ausländischen Hölzern sei genannt das Pitch-pine aus Amerika, das auch in Europa für Fußböden, Türen, Treppen, Fenster ausgedehnte Verwendung findet.

8. Eisen.

Die Vor- und Nachteile des Eisens wurden ebenfalls schon weiter oben angeführt. Es erübrigt hier noch die Mittel anzuführen, durch welche man dasselbe gegen Rost und Feuer schützt.

Der Rost greift namentlich schmiedbares Eisen an. Frischer Kalkmörtel und Gips begünstigen sein Entstehen, während Zementmörtel ein vorzügliches Schutzmittel bildet. Weitere Schutzmittel sind die Erzeugung einer Oxydschicht auf dem Eisen nach dem Barffschen Verfahren, das Überziehen mit einem anderen Metall wie Zink, Blei und Zinn, das Emaillieren, das Anstreichen mit Bleimennige, Leinölfirnis, Graphit, Bessemerfarbe, Schuppenpanzerfarbe, Kautschuköl, Siderosthen, Steinkohlenteer, Talg mit Bleiweiß oder Graphit u. dergl. – Verzinkt werden alle Eisenteile, die mit Gips in Berührung kommen. Zinn schützt nur, so lange der Überzug vollständig unversehrt ist. Blei schützt besonders gegen Säuren. Mit heißem Steinkohlenteer streicht man Gas- und Wasserleitungsrohre u. dergl.

Gegen Feuer schützt man das Eisen durch Ummantelungen mit Beton, Gipsdielen oder Gipsputz auf Drahtgeweben, Asbestzement, Kieselgur mit Asbest usw. Dieser Schutz wird recht wirksam, wenn man zwischen der Ummantelung und dem Eisen eine isolierende Luftschicht läßt oder einen Zwischenraum, der mit einem schlechten Wärmeleiter ausgefüllt wird.

9. Glas.

Von anderen Baustoffen sei noch das Glas erwähnt. Dasselbe soll durchsichtig, undurchlässig, wetterbeständig, unlöslich, glänzend, farblos, frei von Blasen und Schlieren und ebenflächig sein. Jedes Glas wird durch Ammoniak, das sich z. B. in Aborten und Ställen entwickelt, mit der Zeit angegriffen.

Größere, stärker beanspruchte Scheiben werden aus Rohglas hergestellt. Drahtglas enthält ein Eisendrahtgewebe. Auch in Form von Dachziegeln, Prismen für Beleuchtungszwecke, Glasbausteinen, Mauersteinen und Wandbekleidungsplatten spielt das Glas im Bauwesen eine Rolle.

10. Andere Baustoffe.

Wir können hier nicht alle die zahlreichen anderen Stoffe behandeln, die den Zweck haben, als Bindemittel, Belagsstoffe für Dächer, Fußböden und Wände, als Kitte und Anstrichsstoffe usw. zu dienen. Viele von ihnen haben den Zweck, die Hauptbaustoffe gegen zerstörende Einflüsse zu schützen.

Schon bei der ganzen Anlage eines Bauwerks und seiner einzelnen Teile muß man letzteren Zweck stets mit vor Augen haben. Durch überstehende Dächer, durch Vermeidung aller unnötigen Vorsprünge an den Außenflächen oder durch schräge Abwässerungen und Abdeckungen dort, wo solche Vorsprünge nicht zu vermeiden sind, kann in dieser Beziehung schon viel geschehen.

11. Anstriche.

Viele Stoffe haben den Zweck, die Poren der Hauptstoffe schließen und ihre Oberflächen widerstandsfähiger zu machen. diesem Sinne wendet man bei Steinen an: Wasserglas, die Keß schen Fluate (H. Hauenschild, Berlin), Teer u. dergl.

Ein ganz vorzügliches Mittel dieser Art bildet die Sideròsth Lubrose der Aktiengesellschaft für Asphaltierung und Dachbedeck (vormals Johannes Jeserich) zu Hamburg. Dieselbe ist durch dauerhaft und haltbar selbst bei starken Angriffen von chemisc Stoffen und eignet sich nicht nur vorzüglich zum Anstrich von Ei sondern auch von Zement, Mauerwerk, Putz usw.

Alle mit einem Schutzanstrich zu versehenden Teile sollen her ordentlich gereinigt und ausgetrocknet sein. Letzteres gilt sonders vom Holz, für dessen Anstrich sich reines, gekochtes Lei bestens bewährt. Außerdem wendet man bei Holz an Ölfarbe, H teer, Carbolineum u. dergl. Bei Hölzern, die zum Teil in dem E boden stecken, wie Pfählen, wird auch ein Ankohlen der Pfahlspit vorgenommen.

12. Isolierungen.

Alle Baustoffe, namentlich Holzwerk, müssen vor Feuch keit geschützt werden, letzteres um so mehr, wenn die betreffen Stellen dem Licht nicht zugänglich sind. So sind z. B. die Kö hölzerner Balken vor der Berührung mit feuchtem Mörtel zu schüt

Eine große Wichtigkeit kommt daher den Isolierschichten die den Zweck haben, das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit in Mau und Stützen zu hindern oder Kellerräume u. dergl. den Einwirkun des Grundwassers zu entziehen. Es müssen hierzu natürlich du aus wasserundurchlässige Stoffe verwandt werden. Als solche sind nennen: Gußasphalt, Asphaltfilzplatten (von Büßcher & Hoffma Bahnhof Eberswalde, und Hoppe & Roehming, Halle a. S.), Siebelschen Bleiisolierplatten, gute, an den Stößen übereinandergekle Dachpappe u. dergl.

F. Baukonstruktionen.

1. Allgemeines.

Wie es bei jedem Bauwerk zunächst darauf ankommt, eine r tige Wahl der Baustoffe zu treffen, damit dieselben an den schiedenen Plätzen das leisten, was von ihnen beansprucht wird, kommt es ferner darauf an, die Stoffe in geeigneter Weise zu stalten und miteinander zu verbinden, damit sie ihren Zweck übe

richtig erfüllen, während sie selbst gegen zerstörende Einflüsse nach Möglichkeit zu schützen sind, um eine lange Dauer zu erhalten, ohne lästige und kostspielige Unterhaltungsarbeiten zu erfordern.

Allgemein werden für die gewöhnlichen Fälle diejenigen Konstruktionen die vorzüglichsten sein, durch welche das erstrebte Ziel auf die einfachste und billigste Weise erreicht wird.

2. Gründungsarten.

Das wichtigste Glied eines jeden Bauwerks ist ein festes, unveränderliches Fundament, da von diesem der Bestand desselben in erster Linie abhängt.

Die Art der Gründung richtet sich nach der Beschaffenheit und Tiefenlage des Baugrundes, sowie nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Wasser.

Wir wollen zunächst die einzelnen möglichen Gründungsarten aufzählen, um dann für die gewöhnlichsten einige Erläuterungen hinzuzufügen:

A. Der Baugrund ist von der Oberfläche ab tragfähig:

a) Wasser ist gar nicht vorhanden:

Unbehinderte Ausführung. Man hat nur bis unter die Frostgrenze zu gehen.

b) Wasser ist vorhanden, aber zu bewältigen:

1. Unmittelbares Aufmauern mit Wasserschöpfen. 2. Errichtung einzelner Pfeiler mit Wasserschöpfen. 3. Betonfundierung.

c) Das Wasser ist nicht zu bewältigen:

1. Steinschüttung. 2. Betonblockversenkung. 3. Beton zwischen Spundwänden bis über Wasser geschüttet. 4. Schüttung von Sandinseln mit Brunneneinsenkung. 5. Eiserne Schraubenpfähle.

B. Der Baugrund ist in einer erreichbaren Tiefe tragfähig:

a) Wasser ist gar nicht vorhanden:

1. Aufgraben bis zum guten Baugrund und Hochmauern. 2. Einzelne Pfeiler oben durch Bogen oder Träger verbunden. 3. Abteufen. 4. Senkbrunnen. 5. Senkkasten. 6. Eiserne Röhrenpfeiler. 7. Bei Sandboden eiserne Schrauben- oder Scheibenpfähle.

b) Wasser ist vorhanden, aber zu bewältigen:

1. Tiefer Pfahlrost. 2. Pfähle mit Beton dazwischen und darüber. 3. Betonfundierung zwischen Spundwänden. 4. Brunnen und Senkkasten. 5. Pneumatische Fundierung bei sehr tiefer Lage des guten Baugrundes und bei Vorhandensein hinderlicher Gegenstände.

c) Das Wasser ist nicht zu bewältigen:

1. Tiefer Pfahlrost. 2. Pfähle mit Betonschüttung dazwischen und darüber. 3. Eiserne Röhrenpfeiler bzw. Scheibenpfähle bei lockerem Sandboden. 4. Steinschüttung. 5. Versenkung von Beton-

blöcken. 6. Betonfundierung zwischen Spundwänden. 7. Senkbrunnen und Senkkasten. 8. Pneumatische Fundierung. 9. Caissonfundierung.

C. Der Baugrund ist in keiner erreichbaren Tiefe tragfähig:

a) Wasser ist gar nicht vorhanden:

1. Verbreiterung der Fundamentsohle. 2. Bei schlechtem Sandboden Verdichtung des Bodens durch Wassergießen. 3. Sandfundament. 4. Abrammen und Einrammen von Steinen. 5. Umgekehrte Gewölbe.

b) Wasser ist vorhanden, aber zu bewältigen:

1. Liegender Rost. 2. Verbreiterte Betonfundierung. 3. Sandfundament. 4. Umgekehrte Gewölbe auf einer Betonsohle. 5. Pfahlrost zum Verdichten des Untergrundes.

c) Das Wasser ist nicht zu bewältigen:

1. Belastung des Bodens rings um das Bauwerk. 2. Verbreiterte Betonfundierung. 3. Sandfundierung. 4. Pfähle zur Verdichtung des Untergrundes. 5. Versenkung von Steinblöcken.

Eine Reihe dieser Fundierungen werden bei Fabrikanlagen nur in seltenen Fällen zur Anwendung kommen, da sie mit zu erheblichen Kosten verknüpft sind. Man wird, wenn sie in Frage kommen, vorher eingehend zu überlegen haben, ob nicht lieber ein anderer Bauplatz zu wählen ist.

Auch bei einfachen Gründungen wird man das Fundament verbreitern, um den Druck auf eine größere Fläche zu übertragen. Die Verbreiterung ist auf beiden Seiten gleichmäßig, wenn der Druck in der Mitte wirkt, dagegen ungleichmäßig oder einseitig, wenn die Mauer schräg gerichteten Kräften zu widerstehen hat, wie bei Gewölbewiderlagern, Ufermauern u. dergl. Die Fundamentsohle soll senkrecht zu dem Druck gerichtet sein, den sie übertragen soll. Bei Pfahlrost, bei welchem die Pfähle bis in den tragfähigen Boden eingerammt werden, werden daher wenigstens die äußersten Pfahlreihen bei schiefer Beanspruchung in die Richtung dieses Druckes gebracht. Wo eine Unterspülung zu befürchten ist, oder wo man die Baugrube absperren will, um z. B. das Wasser auszuschöpfen oder auszupumpen, wird ringsherum eine Spundwand geschlagen. Das Einrammen von Pfählen verbietet sich oft wegen der durch die Erschütterungen für Nachbargebäude hervorgerufenen Gefahr. Es lassen sich dann namentlich in sandigem Boden Pfähle durch Wasserspülung einsenken oder eiserne Pfähle einschrauben. Auch ist in diesen Fällen die Einsenkung von Brunnen oder Senkkasten am Platze, die dann ausbetoniert oder ausgemauert und oben durch Gurtbögen oder Träger miteinander verbunden werden.

Eine solche Verbindung findet auch statt, wenn wegen der tiefen Lage des guten Baugrundes nur einzelne Pfeiler errichtet werden, um an Erdarbeiten und Mauerwerk zu sparen. Pfeiler, Brunnen oder

Senkkasten werden dort angeordnet, wo die größten Lasten aufzunehmen sind, also an den Ecken, unter den Fensterpfeilern, an den Stellen, wo die Unterzüge und Dachbinder auflagern, unter den Säulen usw. Bei einer Verbindung durch Bögen sind die Konstruktionen gegen seitliches Ausweichen durch Verankerungen u. dergl. zu schützen. Die Bögen erhalten möglichst Halbkreisform, um den Seitenschub zu verringern. Will man den Druck bei nachgiebigem Baugrund auf eine möglichst große Fläche übertragen, so erhält die ganze Grundfläche des Gebäudes eine Fundierung (Abb. 29). Sandschüttungen, Betonplatten und umgekehrte Gewölbe sind hier am Platze. Letztere werden auch angewandt, um Kellerräume gegen den Andrang des Grundwassers zu schützen, und dann oft noch mit Isolierschichten aus Gußasphalt, Asphaltfilzplatten u. dergl. versehen (Abb. 25).

Bei Sandschüttungen wird der Sand in einzelnen Lagen von ca. 20 cm aufgebracht, eingeschlämmt und festgerammt. Die ganze Schüttung beträgt 1—2 m. Der Sand muß scharf, grob und rein sein.

Auch Beton wird in einzelnen Lagen von 15 cm Stärke eingebracht und festgestampft. Mischungsverhältnis von Zement, Sand und grobem Kies oder Steinschlag ist etwa 1 : 3 : 5 bis 1 : 4 : 8. Je nach der Größe der Belastung beträgt die ganze Stärke 0,75 bis 2,5 m. Bei Vorhandensein von Wasser darf der Beton nicht durch dieses geschüttet werden, weil sonst der Zement ausgespült wird, sondern er wird dann durch Trichter oder Kästen eingesenkt.

Bei Pfahlrost macht man 5—6 m lange Pfähle etwa 26 cm stark und für jedes Meter Mehrlänge in weichem Boden 2,5 cm, in festem 1,3 cm stärker. Ein Pfahl gilt als feststehend, wenn er bei der letzten Hitze[1]) nur noch etwa 5 mm eindrang. Die Pfahlspitze ist $1\frac{1}{2}$ bis 2mal so lang wie der Durchmesser. Bei steinigem Boden werden Pfähle und Spundbohlen mit eisernen Schuhen versehen.

Brunnen erhalten einen Durchmesser von 1 m und mehr und eine Wandstärke von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stein. Sie ruhen auf einem aus mehreren Bohlenlagen zusammengezimmerten, scharf zugehenden Kranz. Das Einsenken erfolgt durch Ausheben der Erde im Innern (durch Ausgraben mit dem Sackbohrer oder bei genügender Weite mit einem Vertikalbagger) und Belastung. Um das Einsenken zu erleichtern, macht man den unteren Durchmesser oft etwas größer als den oberen. Dasselbe gilt von den aus 4—7 cm starken Bohlen hergestellten Senkkästen, die bei größerer Weite innen gehörig zu versteifen sind.

Im allgemeinen sind für Gründungen stets feste und widerstands-

---

1) Hitze = Aufeinanderfolge von etwa 25 Schlägen mit dem Rammbär.

fähige Stoffe zu wählen, z. B. dauerhafte, natürliche Steine von nicht zu kleinen Abmessungen, sehr scharf gebrannte, klinkerähnliche Ziegelsteine oder Beton. Im Wasser oder an feuchten Orten sind Wassermörtel anzuwenden. Verlängerten Zementmörtel (Zementkalkmörtel) wendet man auch zweckmäßig an, wenn die Fundamentmauern sofort mit Erde hinterfüllt werden.

Auch bei den Gründungen hat in neuerer Zeit der Eisenbetonbau weite Verbreitung gefunden. Durch die Eiseneinlage wird der Betonplatte Widerstandsfähigkeit gegen Biegung erteilt, so daß man große Platten mit geringer Stärke anwenden kann, ohne ein Durchbrechen derselben befürchten zu müssen (siehe Musterbeispiel 5). Als Eiseneinlage lassen sich auch zweckmäßig alte Schienen u. dergl. benutzen.

3. Fundamente für Maschinen, Dampfhämmer u. dergl.

Eine besondere Sorgfalt ist bei Fabrikanlagen den Fundamenten der Maschinen zuzuwenden. Die Festigkeit und Unverrückbarkeit muß hier durchaus gesichert sein, um den ruhigen Gang der Maschinen nicht zu stören. Oft sind Hohlräume bei der Herstellung vorzusehen für Befestigungsbolzen u. dergl., oder es sind diese gleich mit zu vermauern.

Fundamente für Dampfhämmer, schnell laufende Maschinen u. dergl., die starken Erschütterungen ausgesetzt sind, führt man tiefer herab als die Fundamente der Mauern, um die Erschütterungen und den Schall weniger auf letztere zu übertragen. Dergleichen Fundamente erhalten auch oft einen elastischen Rost aus mehreren Lagen von Schwellen oder man wendet Asphaltbeton an. Letzterer ist allerdings teuer. Seine Kosten belaufen sich 3 bis 4 mal höher als die für gewöhnlichen Beton.

Zur Abschwächung der Schallübertragung und der Erschütterungen von Maschinen haben sich Unterlagen und Zwischenlagen von Eisenfilz und Gewebebauplatte der Aktiengesellschaft der „Galvanischen Metallpapierfabrik“, Berlin N. 39, Gerichtsstr. 2, als Einlage in die Fundamente, sowie als Unterlage unter Grundplatten und Trägerauflagern bestens bewährt.

4. Wände.

Auf die Fundamente setzen sich die Mauern und Wände, die Pfeiler und Stützen aus Eisen oder Holz auf. Während die letzteren die Lasten der Decken und mitunter des Daches zu tragen haben, erfüllen die ersteren außerdem den Zweck, die Gebäude seitlich zu umschließen oder die einzelnen Räume voneinander zu trennen. Nach *ihrer Lage im* Gebäude und ihrem Zweck unterscheiden wir Front-,

Giebel-, Brand- und Treppenwände, deckentragende und unbelastete Innenwände u. dergl., nach dem zur Verwendung gelangenden Baustoff massive und nicht massive Wände. Außenmauern müssen nicht nur die auf ihnen ruhenden Lasten mit Sicherheit tragen, sondern auch gegen Winddruck standfähig sein und aus einem wetterbeständigen Stoff bestehen. Für die Innenräume ist bei der Wahl des Baustoffes Rücksicht zu nehmen auf sich etwa hier entwickelnde Gase oder Dämpfe und auf Feuchtigkeit, die die besondere Art des Fabrikbetriebes mit sich bringt. Werden die Wände aus einzelnen Steinen zusammengesetzt, so sollen die Lagerfugen normal zum Druck, also in der Regel wagerecht durch die ganze Mauer gehen, während die Stoßfugen auf dieser Richtung senkrecht stehen und in den aufeinanderfolgenden Schichten wechseln müssen. Ein vorzügliches Material bilden gute, hartgebrannte, witterungsbeständige Ziegel. Bei ihnen kann man außen und zuweilen auch innen einen schützenden Überzug durch Putz entbehren, wodurch sowohl die Herstellungs- als auch die Unterhaltungskosten verringert werden. Wo sich ein Überzug erforderlich erweist, genügt in der Regel ein Kalkputz. Nur zu besonderem Schutz gegen Feuchtigkeit oder chemische Einwirkungen wird man einen Zement- oder Asphaltputz anwenden. Auch eine Bekleidung mit Fliesen (Mettlach) u. dergl. ist oft angebracht, wie z. B. in Malztennen, Maschinenräumen usw.



Abb. 1. *Kaffeerösterei in Schiltigheim.* *Ausgeführt von* Wayß & Freytag, Neustadt a. d. Haardt.

Mehr und mehr findet gerade für Fabrikanlagen auch der Eisenbetonbau Anwendung nicht nur für die Wände, sondern für die ganzen Gebäude. Will man dabei den Wandflächen eine größere Luftdurchlässigkeit und schlechtere Wärmeleitung geben, als sie der Beton besitzt, so wird nur das tragende Gerippe, bestehend in senkrechten Pfeilern und verbindenden wagerechten Rahmen und Querriegeln, aus Eisenbeton hergestellt (Abb. 1), während die dazwischenliegenden Felder aus einem durchlässigeren Stoff (Ziegel, Gipsdielen, dünnen Monierwänden u. dergl.) gegebenenfalls in Form von dünneren Doppelwänden mit einer ca. 5 cm starken, dazwischenliegenden Luftisolierschicht ausgefüllt werden.

Über die übliche Stärke von Fabrikmauern in Ziegelmauerwerk gibt die nebenstehende Tabelle Auskunft. Oft verstärkt man die Mauern dort, wo sie am meisten beansprucht werden, nämlich unter den Auflagern der Dachbinder und der Deckenunterzüge durch außen oder innen mindestens um $^1/_2$ Stein vortretende Pfeilervorlagen. Man kann die zwischenliegenden Wandflächen dann etwa $^1/_2$ Stein schwächer halten.

Tabelle vorschriftsmässiger Wandstärken
Fabrik-Gebäude.

	Front-Wand mit Oeffnungen mit Balkenlast	Mittel-Wand mit Oeffnungen mit Balkenlast	Giebel-Wand ohne Oeffnungen ohne Balkenlast	Hohe-Wand ohne Oeffnungen mit Balkenlast	Treppen-Wand
Dachgeschoss	25		25	25	25
4 Geschoss	38	38	25	38	25
3 Geschoss	51	38	25	38	25
2 Geschoss	51	38	38	51	25
1 Geschoss	64	51	38	51	38
Erdgeschoss	77	51	51	64	38
Kellergeschoss	90	51	51	77	51

(Giebel-Wand, 2 Geschoss bis Erdgeschoss: Mit oder ohne Balkenlast.)

½ Stein starke Scheidewände dürfen nur in 4 aufeinander folgenden Geschossen wiederkehren. in den darunter liegenden Geschossen sind dieselben um ½ Stein zu verstärken.

Tabelle vorschriftsmäßiger Wandstärken.

Als guter Baustoff für massive Mauern für Fabrikgebäude sind noch die unter Dampfdruck erhärteten Kalksandziegel zu nennen.

Für gewisse Zwecke gelangt auch der Fachwerkbau sowohl in Eisen als in Holz zur Anwendung. Eisenfachwerk zeichnet sich durch Leichtigkeit und Raumersparnis aus und wird angewandt, wo es sich um weite, hohe Hallen, um Anbringung weiter Tore und großer Fensterflächen handelt. (Angewandt bei einer Reihe von Gebäuden im Musterbeispiel 1.) Wand- wie Dachflächen werden oft mit Wellblech bekleidet. Ausgemauertes Eisenfachwerk wird besser durch Eisenbetonbau ersetzt.

Holzfachwerk zeichnet sich durch niedrigen Preis, Leichtigkeit, schnelle Herstellung und Trockenheit aus. Nachteile bilden seine geringere Dauer, Entzündbarkeit und geringe Festigkeit. Es wird daher mehr für untergeordnete oder vorläufige Ausführungen, für Schuppen, Lagerräume u. dergl. angewandt. (Siehe Siloanbau im Musterbeispiel 1.) Die Ausfüllung der Fächer erfolgt durch Ziegel, oder es wird das Holzgerippe mit Gipsdielen, die geputzt werden, oder mit Brettern bekleidet.

Für unbelastete innere Trennungswände werden Schwemmsteine, Rabitz- und Monierwände angewandt.

5. Stützen.

Was die freistehenden Deckenstützen anbelangt, so hängt ihre Anordnung sowie der Baustoff, aus dem sie hergestellt werden, innig mit der gewählten Deckenkonstruktion zusammen. Gemauerte Pfeiler beanspruchen wegen ihres verhältnismäßig großen Querschnitts viel Raum. Man wendet sie fast nur bei gewölbten Steindecken hauptsächlich in Kellerräumen an. Im übrigen bestehen die Stützen aus Holz oder Eisen. Letzteres ist im unbekleideten Zustande ebensowenig feuersicher wie das erstere. Die Erfahrungen, die man bei größeren Bränden gemacht hat, haben sogar gelehrt, daß bei einem Brande Holz, wenn auch angekohlt und teilweise vernichtet, doch länger eine gewisse Tragfähigkeit bewahrt als Eisen, welches als Schmiedeeisen bald seine Form verliert oder als Gußeisen durch das Löschwasser Sprünge erhält und leicht den Einsturz der Decken oder des ganzen Gebäudes herbeiführen kann.

Bestehen die Stützen aus Holz, so ist dies auch mit der ganzen Deckenkonstruktion der Fall. Die Stützen ruhen auf einem Steinsockel, gehen möglichst gleich durch mehrere Stockwerke und werden, wo sie gestoßen werden, unmittelbar aufeinander gestellt. Die Unterzüge werden paarweise seitwärts auf Knaggen ruhend angeordnet. Ebenso werden die an den Stützen liegenden Deckenbalken aus zwei Halbholzbalken hergestellt, welche ebenso wie die Unterzüge mit den Stützen fest verbolzt werden, wodurch nach Längs- und Querrichtung ein guter Verband erzielt wird.

Eiserne Stützen bestehen bei ruhenden, zentrischen Belastungen aus gußeisernen Säulen mit ringförmigem Querschnitt. Bei exzentrischen Belastungen, Angriff von Seitenkräften und Erschütterungen wendet man Stützen aus Schmiedeeisen an, die aus Walzeisenprofilen zusammengesetzt werden. Jede Säule erhält zur Druckübertragung eine mit Rippen abgesteifte Fußplatte und oben eine Kopfplatte zur Aufnahme des Unterzuges. Bei mehreren Stockwerken übereinander ruhen die Unterzüge auf seitwärts angegossenen Konsolen oder in dem kastenförmig

ausgestalteten Säulenkopf. Übereinanderstehende Säulen ruhen mit ihren ebenen Endflächen unmittelbar aufeinander und sind durch übergreifende Ränder gegen seitliche Verschiebung gesichert.

Nur wo die Gefahr eines entstehenden Brandes ziemlich ausgeschlossen erscheint, läßt man die Hölzer wie die Eisenteile unbekleidet. Dort, wo diese Gefahr wegen Vorhandenseins leicht brennbarer Stoffe u. dergl. besteht, wird man Säulen wie Träger und Balken bekleiden, was bei Holz am einfachsten durch Gipsdielen, bei Eisenkonstruktionen durch Umkleidung mit Beton, mit feuerfestem Putz auf Drahtgewebe usw. geschehen kann.

Von größter Vorzüglichkeit in bezug auf Festigkeit, Billigkeit, Dauerhaftigkeit sind auch hier Betonkonstruktionen mit Eiseneinlage.

6. Decken.

An die Konstruktion der Decken können verschiedene Anforderungen gestellt werden. Im allgemeinen sollen sie tragfähig sein, undurchlässig für Flüssigkeiten, Gase und Dämpfe und dauerhaft. Oft ist möglichste Feuersicherheit erwünscht, Zusammenhaltung der Wärme, schlechte Leitung für Schall, Widerstandsfähigkeit gegen die durch Maschinen hervorgerufenen Erschütterungen. Fernere Vorzüge bilden Billigkeit, schnelle Herstellung und geringe Konstruktionshöhe, durch welche wieder an den Kosten für die Umfassungsmauern gespart werden kann.

Die Decken bestehen aus den Balken oder Trägern, den Unterzügen, dem Fußboden, der Deckenfüllung und der Deckenbekleidung. Balken, Träger und Unterzüge sollen ein gehöriges Auflager haben. Vor den Balken- und Trägerköpfen soll sich ein freier Raum befinden, der bei Holzbalken mit der freien Luft in Verbindung zu bringen ist, um dieselben gegen Verderben zu schützen; bei eisernen Trägern ist dieser freie Raum nötig, um bei einem Feuer ein Herausschieben der Wände zu verhüten. Kalkmörtel ist von den Balkenköpfen fern zu halten. Balken, Träger und Unterzüge sind mit den Außenmauern gehörig zu verankern.

Wegen ihrer Billigkeit werden auch heute noch vielfach hölzerne Deckenkonstruktionen angewandt. Bei Speichern u. dergl. fehlen die Bekleidungen der Decke und die Zwischendecken oft (Musterbeispiele 4 und 6). Sonst können die Deckenbekleidungen wie bei Wohngebäuden aus Putz auf Schalung mit Rohrgewebe oder auf Lattengewebe, durch Rabitz- und Moniergewebe oder durch Benageln mit Gips- oder Zementdielen hergestellt werden. Für die Zwischendecken sind Füllungen aus Lehm (wenn erlaubt), reinem Sand oder Kieselgur (gut aber teuer) nur angebracht, wenn die Decken keinen Erschütterungen ausgesetzt sind. Sonst wendet man hier Gipsdielen, Zement-

dielen, Korksteine, Hohlformsteine aus Schwemmstein, Gips und Schlacke u. dergl. an. Einen dichten Fußboden ohne Deckenbekleidung und Zwischenfüllung erhält man aus einem doppelten Dielenbelag mit zwischengelegter Asphaltpappe. Oft werden auch bei Holzdecken die Unterzüge und Säulen aus Eisen hergestellt.

Bei Anwendung eiserner Träger können die Felder zwischen denselben durch einfache, einen halben Stein starke Kappen aus Ziegelstein hergestellt werden. Auch Hohlsteine und Formsteine werden hier vielfach angewandt, namentlich zur feuersicheren Umhüllung der unteren Trägerflanschen. Ebenso erhält man tragfähige und feuerfeste, ebene Decken durch Einlage von Eisen (Bandeisen, Spiraleisen, Wellblechschienen u. dergl.) zwischen den Ziegelreihen nach den Bauweisen von Kleine (Abb. 2), Schürmann usw., durch Anwendung von Gips- und Zementhohlplatten, Stegzementdielen, Korksteinplatten usw.

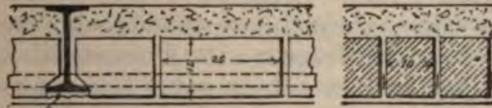


Abb. 2. Kleinesche Decke. Knoch & Kallmeyer, Halle a. S.

Betondecken werden zwischen den Trägern gewölbt oder eben eingestampft. Sie zeichnen sich durch große Einfachheit der Herstellung aus und sind feuerfest, wenn der Beton auch die Trägerflansche einhüllt. Die Betonmischung ist: ein Teil Zement, zwei bis drei Teile Sand und drei bis sechs Teile Kies oder Steinschlag. Für die Ausfüllung der Gewölbezwickel braucht man etwa eine Mischung aus einem Teil Zement und zehn Teilen Kohlenasche oder gesiebter Schlacke. Darüber kann ein Estrich aus einem Teil Zement und einem Teil Sand aufgebracht werden, der, um Rißbildung zu vermeiden, die oberen Trägerflansche um 3—5 cm überragen muß. Die üblichen Spannweiten gehen bis 2,5 m. Eine solche Decke entspricht bis auf das gute Wärmeleitungsvermögen allen billigen Anforderungen.

Für Fabrikanlagen ausgezeichnete Decken erhält man aus Beton mit Eiseneinlagen nach den Bauweisen von Hennebique, Monier, Holzer, Donath, Müller und von Koenen, dessen „Voutenplatte“ fest, dauerhaft, tragfähig, einfach, billig und von gutem Aussehen ist (Abb. 3). Es werden darin Decken bis 7 m Spannweite hergestellt,

Abb. 3. Koenensche Voutenplatte. Aktien-Gesellschaft für Beton- und Monierbau, Berlin W.

so daß kleinere Räume ohne alle Träger nach diesem System überspannt werden können. Für Fälle, in denen schlechte Witterung die Ausführung der Konstruktionen an Ort und Stelle verhindert, sind Decken am Platze, bei denen die tragenden Deckenfüllungen vorher in der Werkstatt gefertigt werden können. Wir wollen von diesen die Stolteschen, mit Hohlräumen und Eiseneinlage versehenen Stegzementdielen erwähnen.

Am feuersichersten und tragfähigsten haben sich die Betondecken mit Eiseneinlage bewährt, bei denen, wie z. B. bei der Hennebiquebauweise, auch die Träger und Unterzüge aus Eisenbeton hergestellt werden. Deckenfüllungsplatte und Träger bilden hier ein Stück. Die Träger werden durch eingebettete Eisenrundstäbe und durch etwa 40 × 2 mm starke Flacheisenbügel armiert. Diese Decken eignen sich besonders für sehr weite Räume und sehr schwere Belastungen (Abb. 8, 26, 29, Musterbeispiel 5). Sie können unmittelbar den Fußboden bilden und zu diesem Zwecke mit Zementestrich, Terrazzo, Asphalt, aber auch mit Linoleumbelag, Holzparkett u. dergl. versehen werden, während die untere Fläche verputzt wird.

Im allgemeinen weniger geeignet und seltener angewandt sind eiserne Füllungen zwischen den Trägern. Der Preis stellt sich ziemlich hoch, und das Eisen ist zum Schutz gegen Rost zu verzinken. Anwendung finden derlei Konstruktionen mit Belageisen, Buckelplatten, Wellblech u. dergl. zuweilen wegen der geringen Konstruktionshöhe bei Räumen unter Höfen, bei Kellern, Vorhallen, Brückenbelägen u. dergl. Für weitere Räume eignet sich das Trägerwellblech (bis 3,2 m), für schwerere Lasten das gebogene oder bombierte Trägerwellblech mit $^1/_{10}$ Stich, dessen Tragfähigkeit viermal so groß ist als die des geraden Trägerwellblechs. Oben bringt man in der Regel Beton auf. (Ausgeführt z. B. von der Firma E. de la Sauce & Kloß, Berlin.)

7. Fußböden.

Als Fußbodenbelag ist zunächst das Holz zu nennen. Es ist überall anwendbar, wo nicht allzuhohe Beanspruchungen und Abnutzungen stattfinden, und wo der Betrieb nicht zu viel Feuchtigkeit mit sich bringt. Holzfußboden zeichnet sich durch schlechtes Wärmeleitungsvermögen und Billigkeit aus und ist wegen seiner Elastizität nicht so ermüdend beim Begehen wie z. B. Steinfußböden. Für Fabrikanlagen ist das harzreiche Kiefernholz gut geeignet. Ausgezeichnet bewährt haben sich die Fußböden aus besonders gepflegtem Buchenholz von Otto Hetzer in Weimar. Für stark beanspruchte Orte im Erdgeschoß wie Maschinenfabriken u. dergl. hat sich Holzpflaster aus amerikanischer Pechtanne (Pitch-pine) oder Jarrah (Australien) gut bewährt. Die Holzwürfel von 8—12 cm Seite werden auf Beton ver-

setzt und mit Asphalt vergossen. Das Holz wird vorher zweckmäßig etwa mit Chlorzink imprägniert. — Geräuschlosigkeit, Haltbarkeit und Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit zeichnet auch Holzparkettfußboden in Asphalt aus. Der auf der Betonunterlage 1 cm stark aufgebrachte Asphalt dringt in schwalbenschwanzartige Ausschnitte der Holzstäbe ein und hält diese dadurch fest.

Überall, wo viel Feuchtigkeit mit dem Fußboden in Berührung kommt, wendet man als Belag Steinplatten an, Beton mit Zementestrich, Klinker oder Fliesen (Mettlach) auf Beton verlegt oder in Asphalt gebettet, oder Asphalt auf Betonunterlage. Steinfußböden sind wegen des guten Wärmeleitungsvermögens immer kalt. Wo mit schlüpfrigen Flüssigkeiten umgegangen wird, muß man ein zu glattes Material vermeiden, um der Gefahr des Ausgleitens vorzubeugen. Bei sehr nassen Fußböden sind Holzroste auf denselben zu verlegen. Für viele Zwecke kann auch ein richtig hergestellter Gipsestrich gute Dienste tun.

Die Vorzüge von Holz und Stein finden sich im Xylolith (von Otto Sening & Co., Potschappel) vereinigt, das fest, dicht, warm, schalldämpfend und widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit ist.

Eine besondere Aufmerksamkeit ist noch dem Füllmaterial für Einschubdecken zu schenken, welches oft angewandt wird, um die Decke weniger leitend für Wärme und Schall zu machen. Als Füllstoff empfiehlt sich reiner, ausgeglühter Sand. Besser als Stakung und Lehm (oft verboten, z. B. in Berlin) sind Gipsdielen u. dergl. Niemals dürfen als Füllstoffe solche verwendet werden, die fäulniserregend oder fäulnisfähig sind. Vor allen Dingen ist auch alter Bauschutt von dem neuen Gebäude durchaus fernzuhalten, da durch denselben leicht Sporen von Hausschwamm oder Keime von Krankheitserregern eingeschleppt werden können.

8. Dächer.

Ein sehr wichtiger Teil des Gebäudes ist ferner das Dach. Dasselbe hat den Zweck, das Gebäude vor den Witterungseinflüssen, vor den Sonnenstrahlen, vor Hitze und Kälte, vor Regen, Schnee usw. zu schützen. Es soll ferner Schutz gewähren gegen die Übertragung des Feuers beim Brande eines benachbarten Gebäudes. Wird das Dachgeschoß als Arbeitsraum benutzt, so wird das Dach außerdem dieselben Bedingungen zu erfüllen haben, denen eine Decke genügen muß. Das Dach muß ferner den Angriffen des Sturmes trotzen können, welche um so heftiger sind, je höher das Gebäude, je steiler das Dach und je freier die Lage des Gebäudes ist. Auch ein Schutz gegen Blitz wird um so notwendiger sein, in je höherem Maße die ebengenannten Umstände vorhanden sind.

Damit Regen- und Tauwasser den an den Traufkanten gebrachten Rinnen ordnungsmäßig zugeführt werden kann, müsser Dachflächen eine geneigte Lage erhalten. Dieselben können im übr eben oder gekrümmt sein, auch gebrochene Dachflächen kommen

Die Dachneigung richtet sich hauptsächlich nach der Eindeck Allgemein kann sie um so geringer gewählt werden, je ebener Eindeckung ist, je größer die einzelnen Stücke sind, und je inr und dichter sie an den Stößen zusammenschließen.

Ungefähre, durchschnittliche Dachneigungen sind: für Ziegel für Schiefer $1:1\frac{1}{2}$, für Zink und Eisen $1:3$, für Steinpappe 1 für Holzzement $1:20$, ausgedrückt durch das Verhältnis der I zur halben Spannweite bei einem Satteldach.

Je nach Anordnung und Gruppierung der einzelnen Dachflä erhält man verschiedene Formen des Daches, z. B. das Sattel-, I Sheddach, das Tonnendach, Zeltdach, Turmdach, Kuppeldach. I Formen hängen zum Teil auch von der Gestalt des Gebäudegr risses ab. Hier sind stets die einfachsten, dem Zweck des Gebä am besten dienenden Formen vorzuziehen, da alle „Grate" und „Kel zum Undichtwerden Veranlassung geben können und die Herstellu und Unterhaltungskosten erhöhen.

Man unterscheidet bei einem Dach: den Dachstuhl oder I binder, die Pfetten und Sparren, den Windverband, die Lattung Schalung und die Eindeckung.

Als Baustoffe kommen Holz und Eisen für die tragenden der Konstruktion in Betracht. In neuerer Zeit spielt auch hier Eisenbetonbau eine wichtige Rolle.

Anordnung und Konstruktion der Dächer sind in hohem G abhängig von der Grundrißgestalt des Gebäudes, von der Art de nutzung der Räume, vor allem von der Art der Unterstützung Daches. Auch die Beleuchtung der Räume und die notwendige führung von Rauch und Dämpfen können hervorragend mitspre

Nach Art der Unterstützung, die das Dach erfährt, hat ma unterscheiden Unterstützungen an den beiden Seiten, wie beim S dach und Tonnendach, an einer Seite, wie beim Perrondach (Perrondach über der Eingangstür Abb. 1), eine gleichmäßige U stützung ringsum durch die Umfassungsmauern, wie beim Zelt- Kuppeldach. Solche Dächer nennt man „freigesprengt". Die struktion gestaltet sich einfacher und die ganze Anordnung ma faltiger, wenn zur Unterstützung des Daches außer den Umfass wänden auch noch innere Zwischenwände oder Säulen benutzt we können. In letzterem Falle wird dann das ganze Gebäude oft mehreren, nebeneinanderliegenden Dächern derselben oder verschie Art, in verschiedener oder gleicher Höhe überdeckt, z. B. durch größeres, mittleres Satteldach und durch niedriger gehaltene, seit

Pultdächer, durch mehrfache Satteldächer oder durch Sheddächer. (Dach über dem Spinnsaal, Tafel V und VI.)

Dächer aus Holz werden meist für kleinere Spannweiten angewandt und dort, wo bei weiteren Räumen bei geringer Dachneigung außer den Umfassungswänden mittlere Unterstützungen vorhanden sind (Musterbeispiele 2, 4 u. 6). Dächer aus Holz und Eisen eignen sich gut für mittlere Spannweiten bei freigesprengten Konstruktionen, während für alle großen Spannweiten, sowie bei Perrondächern Eisen als Baustoff am besten am Platze ist. Auch Tonnendächer werden am besten aus Eisen konstruiert. Aus Trägerwellblech lassen sich solche Dächer über ziemlich großen Spannweiten fast ohne jede Binderkonstruktion ausführen. Die ganze Ausrüstung besteht dann hauptsächlich in den Zugstangen, die die Traufenden verbinden, um den Schub des Daches von den Unterstützungsmauern fernzuhalten (Abb. 4, E. de la Sauce & Kloß, Berlin).



Abb. 4.
Bogendach aus Trägerwellblech.
E. de la Sauce & Kloß, Berlin.

Bei Holzdachstühlen hat man darauf zu achten, daß durch die Verbindung der Hölzer sogenannte „Dreiecksverbände“ entstehen, die Verschiebungen des Daches durch Sturm u. dergl. verhindern. Holz eignet sich auch gut für Hängewerksdächer, wobei nur die Umfassungswände senkrechten Druck empfangen. Diese Konstruktionen eignen sich auch dazu, über weiteren, freien Räumen die Balkenlagen des Dachgeschosses zu tragen.

Von den Dächern aus Holz und Eisen hat das Polonceaudach viel Verbreitung gefunden. Es können dabei die Bindersparren, Pfetten, Leergespärre, die Lattung oder Schalung aus Holz bestehen. Schmiede- oder Walzeisen eignet sich für alle Dachkonstruktionsteile. Die leichte Möglichkeit der Verbindung ist besonders hervorzuheben. Gußeisen wird fast nur für Schuhe, Unterlagsplatten, auch wohl für kürzere, auf Druck beanspruchte Streben und Stützen verwandt.

Überall, wo durch das Dach weiteren Räumen Licht zugeführt werden soll, sind die verglasten Flächen möglichst nach Norden zu legen, um ein gleichmäßiges, mildes Licht zu erhalten. Ferner sind diese Flächen möglichst steil anzuordnen, um das Anhaften des Schnees zu verhindern und dem Wasser einen schnellen Abfluß zu gewähren. Hierher gehören zunächst die Säge- und Sheddächer (siehe Schnitt $g-h$ auf Tafel V). Die Dachrinnen zwischen den einzelnen Dächern sind breit und fest genug anzuordnen, so daß sie mit Sicherheit betreten werden können, um z. B. Schnee abzuschaufeln oder Reparaturen vornehmen zu können. Auf flachen Dächern werden für die Lichtzufuhr besondere, kleinere Dächer mit steilen Flächen aufgesetzt, die mit Rohglas eingedeckt werden. Zur Abführung von Rauch und Dampf,

sowie zur Lüftung erhalten die Dächer oft besondere kleine Aufsätze und Luftschlote. Dieselben sind mit jalousieartigen Stäben ausgesetzt oder mit leicht zu handhabenden Verschlüssen versehen (Abb. 5. E. de la Sauce & Kloß, Berlin. Bild 1, Tafel 1).

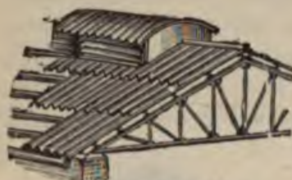


Abb. 5. Wellblechdach.
E. de la Sauce & Kloß, Berlin.

Da flache Dächer sich erfahrungsgemäß besser halten als steile, und da bei Fabrikanlagen die Dachflächen in der Regel leichter beschädigt und abgenutzt werden als bei anderen Gebäuden, so werden hier hauptsächlich diejenigen Eindeckungsstoffe am Platze sein, die eine flache Neigung ermöglichen. Es sind dies Dachpappe, Holzzement, Eisen und Zink.

Abgesehen von den Kosten für die Eindeckung werden bei flachen Dächern auch in der Regel die Kosten für den Dachstuhl bedeutend geringer. Auch für die Giebelwände und Schornsteine treten bei flachen Dächern Ersparnisse ein, und der Dachraum läßt sich bei mehrgeschossigen Gebäuden gut ausnutzen.

Eindeckungen mit Dachpappe zeichnen sich durch Wohlfeilheit, Dauerhaftigkeit, Leichtigkeit, Bequemlichkeit der Aufbringung und Unterhaltung und durch Feuersicherheit aus. Man unterscheidet hauptsächlich das Leistendach, das doppellagige Klebepappdach, das Holzzementdach und das Holzzementpappdach.

Alle diese Dächer erhalten eine Schalung von gespundeten 26 bis 33 mm starken Brettern. Beim Leistendach werden die Dachpappebahnen möglichst von Traufe zu Traufe zwischen dreikantige Leisten genagelt, wobei beide benachbarte Bahnen über die Leiste hinweggreifen oder diese durch einen besonderen Pappstreifen überdeckt wird. Nach Eindeckung wird bei trockener Witterung das Dach mit einer heißen Mischung von Teer und künstlichem Asphalt überstrichen und mit reinem, scharfem Sande bestreut. Der Anstrich ist später etwa das erste Mal in 3—4 Jahren und dann nach Bedarf zu wiederholen.

Das doppellagige Klebepappdach ist fast ebenso wohlfeil, aber dauerhafter und weniger Unterhaltung erfordernd als das Leistendach. Die obere Papplage vertritt hier den Zweck, als schützende Hülle die Auslaugung der flüchtigen Öle aus der beide Papplagen verbindenden Klebemasse und aus der unteren Papplage zu verlangsamen. Anschlüsse an Schornsteine, Brandmauern u. dergl. erfolgen durch Zink- oder Pappstreifen, welche in eine Fuge des Mauerwerks eingreifen.

Holzzement und Holzzementpappdächer haben eine noch geringere Neigung (etwa 1:20) und sind schwerer als Pappdächer, erfordern daher einen stärkeren Dachstuhl. Bei den ersteren wird über die ebene, gespundete Schalung eine etwa 5 mm starke Schicht von *feinem* Sand ausgebreitet und darüber eine vierfache Lage von 1,0

bis 1,5 m breitem Rollenpapier aufgebracht, so daß die Überdeckungsstellen versetzt sind. Über jede Papierlage wird der heiße, dünnflüssige Holzzement mit einer langhaarigen Bürste aufgestrichen. Über die Papierlagen wird feiner Sand gesiebt und eine 3 cm starke Lage von lehmigem Sande, sowie eine 3—5 cm hohe Kiesschicht aufgebracht. Statt der ersten Papierlage verwendet man auch eine solche von Dachpappe (Abb. 6. Büsscher & Hoffmann, Eberswalde).

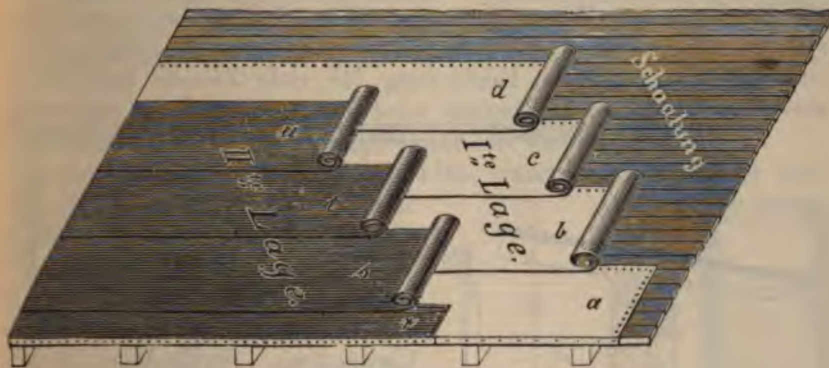


Abb. 6. Anordnung der Papierlagen für ein Holzzementdach. Broschüre: Die wasserdichten Baumaterialien.

Hervorragend bewährt hat sich das Holzzementpappdach, das seit 1898 z. B. auch bei allen militärfiskalischen Bauten statt des gewöhnlichen Holzzementdaches angewandt wird. Es treten hier zwei miteinander verklebte Papplagen an die Stelle der vier Papierlagen.

Das Überdecken der Dächer mit Kies oder Erde entzieht dieselben der unmittelbaren Einwirkung der Witterung und Sonne und ist daher für die Erhaltung des asphaltartigen Überzuges von ganz besonderem Vorteil.

Bei den eben beschriebenen Dächern ist dem sorgfältigen Anschluß an alle die Dachfläche überragenden Mauerteile u. dergl., sowie dem ordentlichen Abschluß an den Rändern eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Für letzteren Zweck hat sich die verbesserte Kiesschutzleiste von Büsscher & Hoffmann (D. R. P. 85901) vorzüglich bewährt (Abb. 7). — Holzzement ist eine Mischung aus Teer, Pech und 9—10% Schwefel. Die Zusammensetzung ist Geheimnis der Fabrikanten.



Abb. 7. Kiesleiste für Holzzementdach. Broschüre: Die wasserdichten Baumaterialien.

Von Metalldächern kommen bei Fabrikbauten solche von Zink und Eisen in Betracht. Metalldächer sind leicht, feuersicher, dicht und können bei den verschiedensten Neigungen verwandt werden. Sie sind aber ziemlich teuer, erfordern eine sehr sorgfältige Herstellung und sind sehr wärmeleitend. — Die Metalle kommen in Tafeln, gerippt und gewellt zur Anwendung. Zink hat ein sehr hohes Ausdehnungsvermögen und geringere Tragfähigkeit als Eisen. Letzteres kommt in Form von Trägerwellblech namentlich bei hohen Hallen zur Verwendung. Wegen des hohen Wärmeleitungsvermögens bildet sich bei Metalldächern leicht Schwitzwasser, dessen Beseitigung lästig ist, und wodurch diese Eindeckung für viele Zwecke unbrauchbar wird. Zur besseren Haltbarkeit wird das Eisen verzinkt angewandt.

Da für viele Räume das Dach zugleich die Decke bildet, muß man oft Mittel anwenden, um seine Wärmedurchlässigkeit zu vermindern. Dies kann durch Verschalung und Putz unter den hölzernen Sparren geschehen. Auch Schilfbretter, Korkplatten, Hohlgipsdielen, Zementdielen finden für diese Zwecke Verwendung. Bei flachen Dächern werden letztere, sowie Beton oder Eisenbeton auch angewandt, um ähnlich wie bei Deckenkonstruktionen die einzelnen Felder zwischen den Sparren oder Pfetten auszufüllen und dann unmittelbar die Dacheindeckung, bestehend in einem Asphalt- oder Holzzementbelag, aufzunehmen.

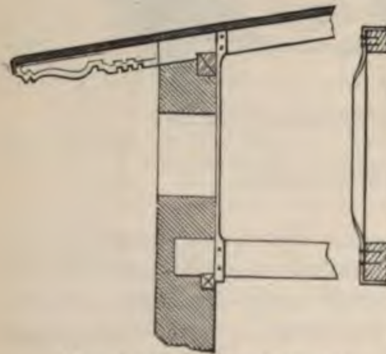


Abb. 8. Verankerung des Daches.
Broschüre: Die wasserdichten Baumaterialien.

Ein Dach von vorzüglichen Eigenschaften und großer Dauer erhält man, wenn man nicht nur die Füllung der Dachfelder, sondern auch den ganzen Dachstuhl in Eisenbeton herstellt.

Alle Dächer, namentlich aber die mit leichtem Gewicht, sind in den einzelnen Teilen und mit dem Mauerwerk gehörig zu verankern, um ein Abheben durch Sturm zu verhindern (Abb. 8).

9. Treppen.

Dem Verkehr in senkrechter Richtung, also namentlich dem Verkehr zwischen den einzelnen Stockwerken eines Gebäudes, dienen Treppen, Rampen und Aufzüge. Von diesen sind für gewöhnliche Verhältnisse die Treppen die wichtigsten.

An die Konstruktion der Treppen wird man verschiedene Anforderungen zu stellen haben, je nachdem sie als sog. Freitreppen

außen liegen oder im Innern eines Gebäudes. Im letzteren Falle kann man Haupt- und Nebentreppen unterscheiden, ferner Nottreppen, die nur bei Bränden oder anderen Gefahren benutzt werden und auch an den Außenseiten der Gebäude angebracht sein können. Die Treppen liegen entweder von allen oder mehreren Seiten frei, oder sie liegen in einem in der Regel feuersicher umschlossenen und überdeckten „Treppenhause".

Jede Treppe besteht aus Stufen. Eine Stufe besteht aus Auftritt und Steigung. Das Verhältnis der letzteren zum ersteren nennt man Steigungsverhältnis. Die Stufen werden oft seitwärts durch Wangen

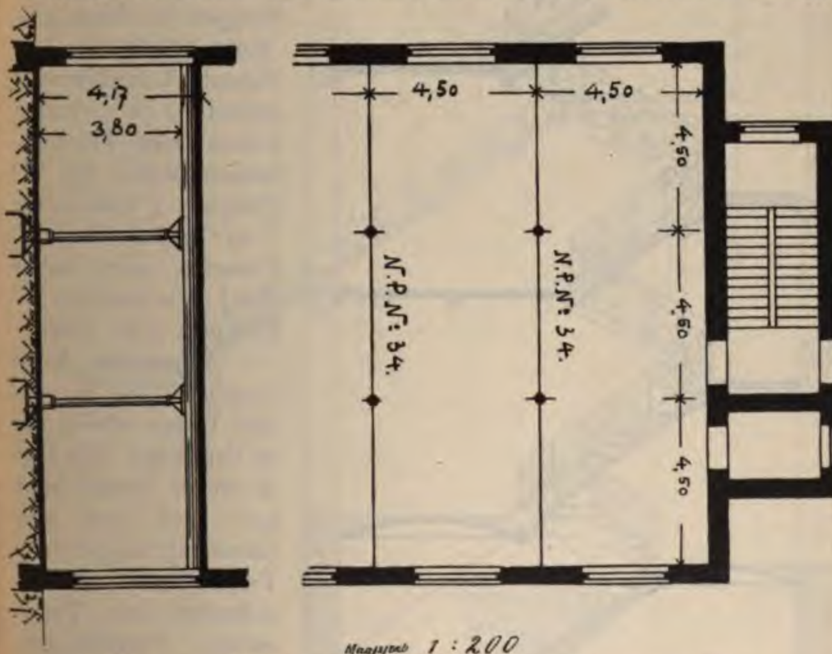


Abb. 9. Treppenlauf. Aktien-Gesellschaft für Beton- und Monierbau, Berlin.

eingefaßt. Zum Schutze sind Geländer vorzusehen, zum Halt dienen Handläufer oder Seile. Eine Aufeinanderfolge einer Reihe von Stufen nennt man Treppenlauf. Ist die Treppe sehr hoch, so schaltet man nach 12 bis 15 Stufen einen Ruheplatz (Podest) ein (Abb. 9).

Man unterscheidet gerade und Wendelstufen und gerade und gewundene, bzw. Wendeltreppen. Ebenso ergeben sich nach der gegenseitigen Lage der Läufe und Podeste im Grundriß einfach und mehrfach gebrochene Treppen.

Die Treppen werden aus Holz, Stein oder Eisen konstruiert. Oft kommt auch eine Vereinigung mehrerer dieser Stoffe vor (Abb. 10 u. 11). Entweder sind die Stufen in ihrer ganzen Fläche oder an beiden

Seiten unterstützt, oder die Treppen sind freitragend, d. h. in der Regel aus Stein bestehenden Stufen sind nur an ei ca. 15 cm tief in einer Wand eingemauert. Je nach den E die verwandt werden, sind die Treppen feuersicher oder ni haben oben darauf hingewiesen, daß die Bauordnungen un werbeordnung in dieser Beziehung bestimmte Anforderunge

Was die Treppenbreite, d. h. die freie Breite zwischer ländern betrifl den auch hi wie über die Treppen in ei ßeren Gebä stimmte Anfo gestellt. In rechnet man lischen Baute Personen 1 T 1 m Breite, Personen ein von 1,50 m un Personen 2 m

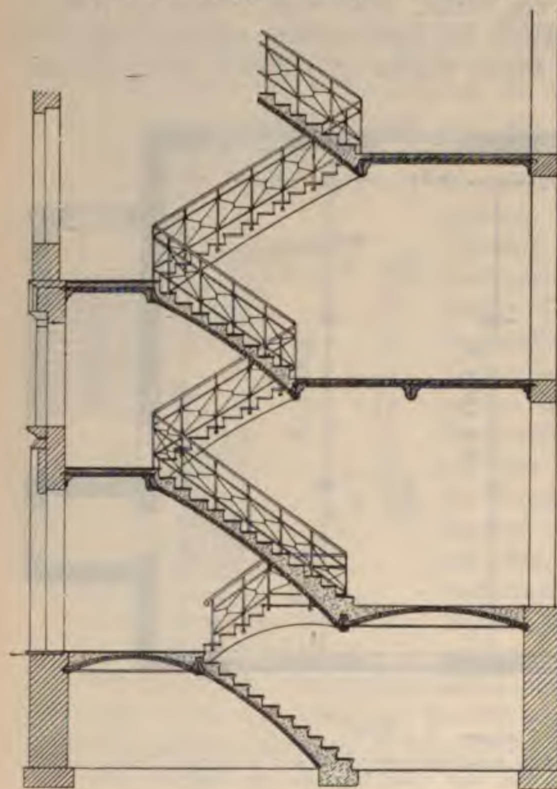


Abb. 10. Treppe aus Eisenbeton durch mehrere Stockwerke von Wayß & Freytag A.-G., Neustadt a. d. Haardt.

Allgemei derungen, die eine Treppe s in der Regel in einem feu und auch v feuersicher ab Treppenhause. sicherheit de selbst, Trag leichte Beg Helligkeit, g tung, aber Fr Zugluft sind Haupttreppe unentbehrlich. Die Lage der Treppen in einen muß ferner eine solche sein, daß sie von allen Stellen he erreicht werden können, ohne daß sie für die innere Benu Gebäudes störend werden.

Die Steigung der Stufen beträgt etwa 16,5 cm, für v gangene Nebentreppen höchstens 18 cm, während man de bei Haupttreppen gleich 30 cm macht. Der kleinste Auftritt für Nebentreppen. Bei gewundenen Treppen muß die n Auftrittsbreite in der Mitte der Stufen vorhanden sein.

In Holz werden die Treppen als Leitertreppen, eingestemmte und aufgesattelte Treppen konstruiert. Bei den beiden ersten Arten ruhen

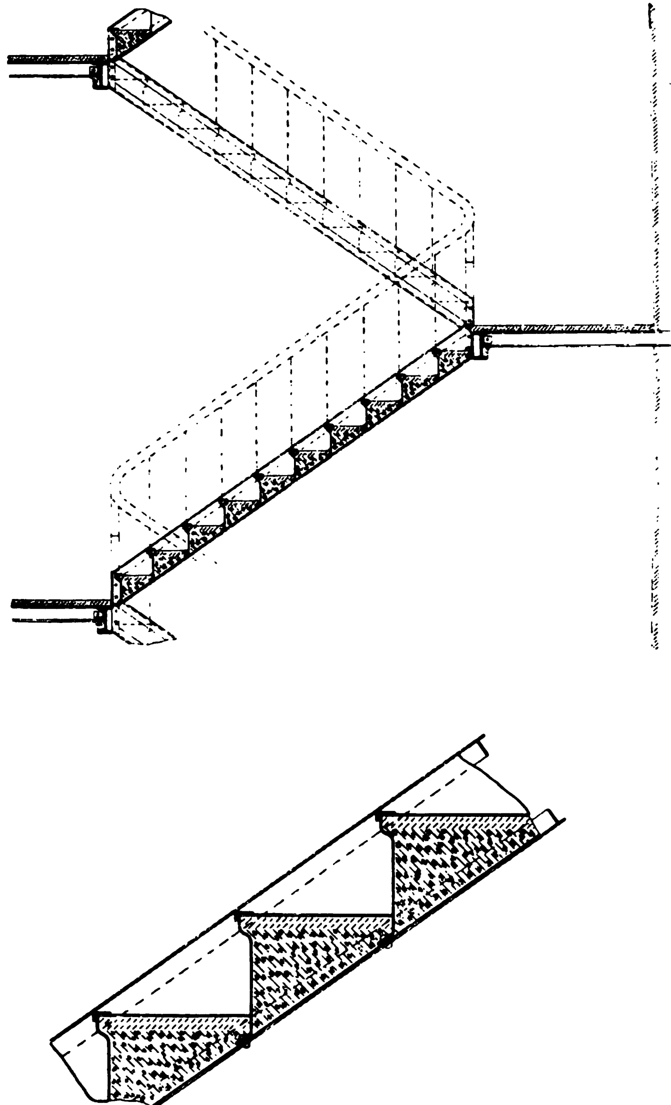


Abb. 11. Treppe und Schnitt durch einige Treppenstufen aus Beton zwischen Eisen von E. de la Sauce & Kloß, Berlin.

die Stufen in Falzen, die in die Innenseiten der Wangen eingestemmt sind. Den Leitertreppen fehlen die Setzstufen, d. h. die 2 cm starken Füllungen zwischen den Trittstufen. Sie werden nur in Speichern

u. dergl. verwandt. Eingestemmte Treppen sind tragfähiger als au gesattelte. Die Wangen, die etwa 30 cm hoch und 6—9 cm sta sind, werden durch Zugstangen verbunden. Die Stärke der Trit stufen beträgt 4—6 cm. Hölzerne Treppen sucht man feuersich zu machen durch Verschalung und Verputz der Unterflächen u. derg

Steintreppen können zunächst aus vollen Werksteinstufen herg stellt werden, die an einem Ende 15 cm tief eingemauert sind (fre tragende Treppen), oder die an beiden Seiten oder auch noch in de Mitte oder in ihrer ganzen Länge durch Mauern, Gurtbögen, Träge oder ganze Gewölbe unterstützt werden. Im letzteren Falle werde die Stufen dann oft aus Ziegeln aufgemauert, oder Stufen wie Gewölb bestehen aus künstlichen Stoffen wie Beton oder Eisenbeton.

Eiserne Treppen werden sowohl aus Guß- als aus Schmiedeeise hergestellt und im Innern de Räume als leichte Verbindunge zwischen Galerien oder auch al Wendeltreppen bei beschränkten Raume viel benutzt. Sehr leicht und gefällige Treppen werden z. B durch das Eisenwerk Joly (Witten berg) hergestellt (Abb. 12). Durc Ummantelungen aus Beton, Put auf Drahtgewebe u. dergl. such man das Eisen der Einwirkun des Feuers möglichst zu entziehe

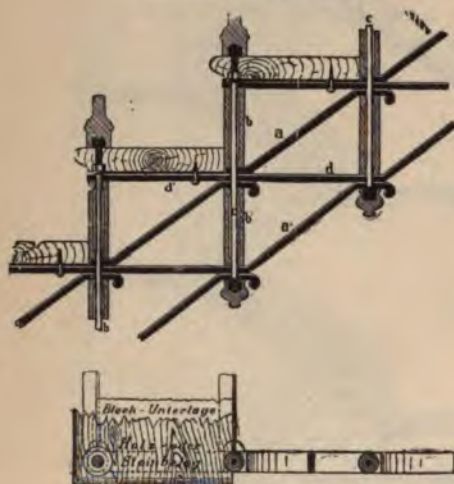


Abb. 12. Aufgesattelte Treppe, Schnitt durch zwei Stufen und Aufsicht, vom Eisenwerk Joly, Wittenberg.

Als Stufenbelag gebührt de Holz der Vorzug vor Stein, da e elastischer ist und nicht so gla wird. Wo nicht zu viel Sand i das Treppenhaus getragen wird, e halten Steinstufen oft einen Bela aus Linoleum. Auch Xylolith un Asphalt hat man als Belag angewandt. Die Vorderkante der Stu wird oft mit einer Messing- oder Eisenschiene versehen, um de darunter gelegenen Stoff gegen Abnutzung zu schützen. Derartig Schienen dürfen nicht glatt sein und nicht in einer Weise hervo treten, daß ein Anhaken oder Ausgleiten stattfinden kann.

Als sehr geeigneter Belag für eiserne Treppen und großen Ve kehr mag noch der aus 4×4×5 cm großen Klötzchen aus Hartho angeführt werden, der fest in die Vertiefungen der rostartig au gebildeten Stufe eingekeilt wird und das Eisen etwa 1,5 cm überrag

Nottreppen werden oft aus Eisen hergestellt und an den Auße flächen der Gebäude angebracht, wobei genügend große, leicht z öffnende Teile der Fenster als Ausgänge dienen.

10. Rampen.

Der Lastbeförderung sowie dem Verkehr für Menschen oder Pferde dienen bisweilen auch Rampen. Auch Fahrzeuge werden manchmal auf ihnen befördert. Man trifft sie in Speichern, Ställen mit mehreren Stockwerken bei beschränktem Grundriß, Kellereien u. dergl. Oft dienen sie als sogenannte Rutschen nur dem Hinabgleiten der Waren, dem Hinabrollen von Fässern usw. Für Menschen kann die Neigung 1:5 bis 1:7 betragen, für Pferde 1:12 bis 1:15. Zur Beförderung von Fahrzeugen werden noch geringere Steigungen zu wählen sein, auch müssen die Fahrzeuge mit Bremseinrichtungen versehen werden. Das Aufziehen der Lasten geschieht oft durch Winden an Drahtseilen (Musterbeispiel 4). Über die Konstruktion gilt dasselbe wie für Treppen und Decken. Im Freien ruhen sie oft auf bloßen Anschüttungen. Je nach dem Verkehr wird der obere Belag dem der Decken und Treppen, dem der Fußwege oder der Fahrbahnen von Straßen gleichen.

Rampen erfordern größere Flächen des Grundrisses und können wie Treppen gerade, gebrochen oder gewunden angeordnet werden.

11. Aufzüge.

Von den Aufzügen kommen bei Fabrikgebäuden hauptsächlich die Lastenaufzüge in Betracht (Musterbeispiel 4). Sie liegen entweder frei, in besonderen Anbauten oder im Innern der Gebäude. Im letzteren Falle sind sie oft in besonderen Schächten angelegt. Stets bringen Aufzüge im Innern der Gebäude durch die Durchbrechung der Decken und durch die schachtartige, den Luftzug befördernde Umwandung eine Gefahr für leichte Verbreitung von Rauch und Feuer mit sich, wie dies ebenso bei Licht- und Luftschächten der Fall ist. Man wird sie daher am besten feuerfest umschließen und überdecken und mit feuersicheren und rauchsicheren Türen versehen. Aufzüge ohne Schachtumhüllung sollen mit Geländern umgeben sein und möglichst mit sich selbsttätig schließenden Klappen an den Durchdringungsstellen der Decken versehen werden.

12. Türen und Tore.

Zum Verschluß der in Wänden für den Verkehr notwendigen Öffnungen wendet man Türen und Tore an, die entweder ein- oder zweiflügelig sind und sich entweder um eine senkrechte Achse mittels Scharniere, Drehzapfen, Spurpfannen und Halsbänder drehen oder gleichlaufend mit der Mauer vor derselben oder in Schlitzen verschieben lassen. Einflügelige Türen werden in der Regel mindestens 1 m breit

und 2 m hoch gemacht, zweiflügelige mindestens 1,7 m breit, wenn beide Flügel gleich breit sein sollen.

Bei geringerer Gesamtbreite werden beide Flügel verschieden breit; man wendet dann Türen mit „verdeckter Schlagleiste" an.

Die Türen und Tore werden aus Holz oder Eisen hergestellt. Auch eine Vereinigung beider Stoffe findet Verwendung. Die oberen Füllungen werden oft durch eine Verglasung hergestellt. Tore erhalten je nach ihrem Zweck eine Breite von etwa 2 bis 4 m. Breite und schwere Drehtüren und Drehtore werden an ihrem freien Ende bisweilen durch Rollen, die auf kleinen, in den Fußboden eingelassenen Schienen laufen, unterstützt.

Türen und Tore, die sich um die senkrechte Seitenkante drehen, müssen stärker konstruiert werden. Schiebetüren und -Tore sind allgemein leichter. Sie hängen in der Regel an zwei Rollen, die auf einer Schiene entlanglaufen. Bei verschiedenen Konstruktionen hat man die entstehende Reibung der Rollenzapfen dadurch vermieden, daß man die Zapfen selbst in einem Schlitz bei der Bewegung des Flügels entlangrollen ließ (Beschlag von Mädler), oder indem man statt der Rollen Kugeln anwandte (Weikums Schiebetürbeschlag). Außer den Kosten für die obere Laufvorrichtung kommen noch die für eine untere Führung hinzu. Der Verschluß der Schiebetore ist gleichfalls umständlicher und verwickelter; auch wird ein dichtes Schließen sowohl beider Flügel aneinander wie an den Umfassungen nur schwer erreicht. Dagegen besitzen Schiebetüren und Schiebetore wieder den Vorteil, daß sie für ihre Bewegung wenig Platz erfordern.

Sollen Holztüren dicht schließen, so müssen sie gegen einen Holzrahmen schlagen, welcher am Mauerwerke mittels Dübel, Bohlen- oder Blockzargen befestigt wird. Über der Türöffnung befindet sich ein Entlastungsbogen. Gewöhnliche Türen bestehen aus Rahmen und Füllungen. Letztere müssen sich frei ausdehnen und zusammenziehen können. Haustüren werden zur besseren Haltbarkeit oft aus Eichenholz hergestellt. Man wendet hier überschobene Füllungen an oder jalousieartige Bretterfüllung, auch eine doppelte Lage von Brettern. Tore erhalten einen festen, mit Eisenbeschlag versehenen Rahmen und Füllungen aus senkrechten, gespundeten Brettern. Oft werden die Rahmen aus Eisen, die Füllungen aus Holz oder anderen Stoffen hergestellt. Den von der Firma E. de la Sauce & Kloß, Berlin, hergestellten, schmiedeeisernen Hohlrahmentüren (D. R. G. M. 148585) wird besseres, den Holzfüllungstüren gleiches Aussehen, geringes Gewicht und außergewöhnliche Steifigkeit nachgerühmt. Sie sind in der Regel mit Blechfüllungen versehen und übertreffen die gewöhnlichen Holztüren durch Dauerhaftigkeit und Einbruchsicherheit. An Stelle der Blechfüllungen werden auch solche aus Xylolith verwandt. Sie werden auch als Türen in Brandmauern empfohlen. Türen ganz aus

Eisen verziehen sich jedoch leicht bei einem Brande. Es sind z. B. Türen aus Holz mit beiderseitigem Blechbeschlag als feuersicherer zu betrachten. Sehr gut bewährt haben sich die Feuerschutztüren von König, Kücken & Co. (Berlin N, Prinzen-Allee 28). Dieselben besitzen ein inneres Gerippe aus gekantetem Eisenblech, in welches die Holzbretter einzeln eingelagert sind. Beiderseits sind sie mit gerieften Blechen bekleidet, die sich in glühendem Zustande in diesen Riefen ausdehnen können, ohne auszubauchen (Abb. 13). Ferner werden für diesen Zweck angewandt Türen mit Eisengerippe und Rabitz- oder Monierverkleidung, oder auch Türen mit doppelter Eisenverkleidung und einem isolierenden Stoff wie Asbestpappe, Kieselgur, Schlackenwolle u. dergl. als Füllung.

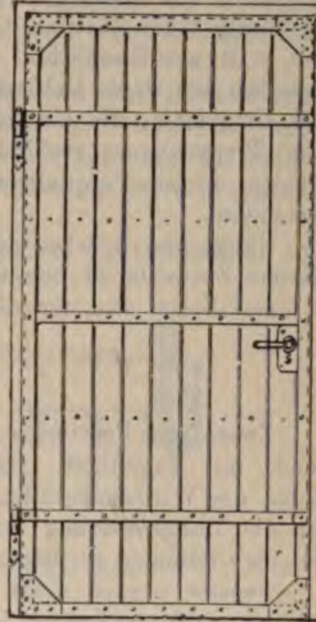


Abb. 13. Feuerschutztür. Von König, Kücken & Co., Berlin.

Gewöhnliche, eiserne Türen und Tore erhalten einen Rahmen von ⊏-Eisen und Querteilungen und Verstrebungen aus ⅃- oder T-Eisen oder auch aus Flacheisen. Eine gute Bekleidung für eiserne Tore, die viel zur Steifigkeit derselben in senkrechter Richtung beiträgt, ist die mit 1 bis 2 mm starkem Wellblech.

Türen und Tore sollen stets nach außen aufschlagen. Türen, die sehr viel benutzt werden, versieht man mit selbsttätiger Schließung, die meist durch Luftdruck bewirkt wird, wie z. B. bei dem Türverschluß von Schubert & Werth, Berlin. Bei Schiebetoren hat man noch darauf zu achten, daß ein Abheben der Flügel von den Laufschienen unmöglich gemacht wird.

Bei Lücken in Wänden hat man die mit denselben verbundene Gefahr des Absturzes durch Anbringung von Absperrvorrichtungen, Handgriffen, Warnungstafeln u. dergl. möglichst zu vermindern. Ebenso sind Öffnungen in der Decke mit Schutzgittern, Saumleisten u. dergl. zu versehen.

13. Gänge und Fahrbahnen. Galerien und Verbindungsbrücken. Umgänge.

An die Türen und Tore werden sich meist Gänge und Fahrbahnen anschließen, die dem Verkehr von Menschen und der Beförderung von Lasten dienen. Sie sollen sicher begehbar, hell erleuchtet,

gegen bewegliche Teile der Maschinen ausreichend geschützt und möglichst mindestens 1 m breit sein. Verkehrsgänge sollen nie zum Ablagern von Stoffen dienen. Bei Verkehr mit Fahrzeugen ist neben den letzteren genügend freier Raum zum Passieren von Menschen zu lassen (Musterbeispiel 4). Diese Anforderungen sind auch an alle Galerien und Verbindungsbrücken zu stellen. Hier sind besonders 1 m hohe Geländer erforderlich von einer solchen Dichte, daß ein Abstürzen von Menschen oder Sachen ausgeschlossen erscheint. Verbindungsbrücken zwischen zwei Gebäuden sollen feuersicher hergestellt sein, z. B. aus Eisenbeton, um eine Übertragung eines Feuers durch dieselben von einem Gebäude zum andern zu verhindern. Bei Brücken und Umgängen, die ein Gebäude mit leicht brennbaren Stoffen mit dem Treppenhause verbinden, wird man nur ein Schutzdach anwenden, um ein Verqualmen des Treppenhauses bei einem Brande zu verhindern.

Gänge und Brücken dagegen, welche von Arbeitern in stark erhitztem Zustande zu betreten sind, werden auch durch Seitenwände zu umschließen sein, um die Leute vor Zugluft zu bewahren.

14. Fenster.

Zweck der Fenster ist die Versorgung der Innenräume der Gebäude mit Tageslicht. Dabei sollen sie einen sicheren Abschluß gegen die Witterungseinflüsse gewähren. Oft sind bewegliche Teile für die Lufterneuerung erforderlich, sowie größere, leicht frei zu legende Öffnungen zur Rettung von Menschen bei Feuersgefahr u. dergl.

Fenster werden nicht nur in den Umfassungswänden senkrecht, sondern auch wagerecht in den Decken (Deckenlicht) und in verschiedenen Lagen in den Dachflächen (Dachlicht) angeordnet. Hauptstoff bildet das Glas in Form von Scheiben (Streckglas). Für Decken- und Dachlicht wird oft gegossenes Rohglas angewandt. Aus letzterem werden zuweilen größere Scheiben unmittelbar in die Fensteröffnungen eingemauert. Ebenso finden Drahtglasscheiben und Glasbausteine mitunter Verwendung.

Licht wird in allen Räumen erforderlich nicht nur zur Ermöglichung der Arbeitsverrichtungen, sondern ebenso wie genügend frische Luft zur Erhaltung der Gesundheit der Arbeiter, sowie für die Erhaltung vieler Baustoffe, z. B. zur Verhütung der Entstehung von Schwamm bei Holzwerk. Treppen, Flure und Gänge erfordern eine ausreichende Beleuchtung für die Sicherheit des Verkehrs. Zur Ermöglichung der notwendigen Reinlichkeit und zur möglichsten Verhütung der Fortentwicklung von krankheitserregenden Bakterien müssen auch namentlich Aborte und Pissoire reichlich mit Licht und Luft versehen werden.

Die unmittelbare Beleuchtung namentlich der Arbeitsräume soll die Regel bilden; mittelbare Beleuchtung durch Glaswände, Glastüren u. dergl. wird nur ausnahmsweise für Gänge, Lagerräume u. dergl. zulässig sein.

Die Fenster sind bei tiefen Räumen breit und hoch genug anzulegen, um das Licht möglichst weit in das Innere dringen zu lassen. Decken- und Dachlicht werden in der Regel nur angewandt, wenn die Seitenbeleuchtung nicht zureicht oder unmöglich ist (Musterbeispiel 5). Decken- und Dachlicht sind oft durch einen Lichtschacht verbunden.

Bei großen Anlagen wird manchen Räumen das Licht durch sogenannte Lichthöfe zugeführt, die bisweilen mit einem Glasdach abgedeckt sind. Derlei Lichthöfe sind namentlich bei hohen Gebäuden reichlich weit zu bemessen, wenn den unteren Räumen noch genügend Licht zugeführt werden soll.

Lichtschächte oder Lichtgräben ermöglichen die Lichtzufuhr zu

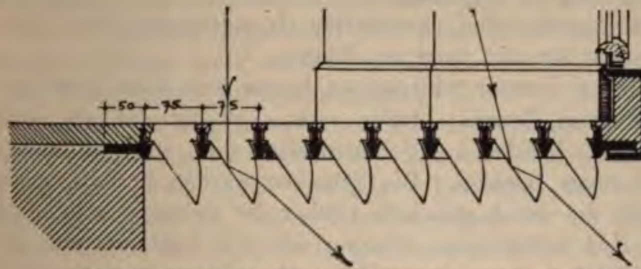


Abb. 14. Glasprismen vom Luxfer-Prismen-Syndikat, Berlin.

Kellerräumen, während Keller unter Hofräumen u. dergl. durch in Eisenrahmen gefaßte Glaslinsen oder starke Rohglas- oder Drahtglasplatten erleuchtet werden. Glasprismen, z. B. vom Luxfer-Prismen-Syndikat, Berlin, erweisen hier gute Dienste (Abb. 14).

Wegen guter Zurückwerfung des einfallenden Lichts sind die Innenwände mit möglichst hellen Anstrichen bzw. Bekleidungen zu versehen.

Für die Fensteröffnungen ist das Mauerwerk ordnungsmäßig abzuschließen und gegebenenfalls mit einem Anschlag zu versehen. Der obere Abschluß wird am besten durch einen Flachbogen gebildet. An der ganzen Fensterfläche und namentlich an der unteren Sohlbank muß durch gehörige Abschrägung vorspringender Teile, durch übergreifende „Wasserschenkel“ und unterschnittene „Wassernasen“ für eine unschädliche Abführung des Regenwassers gesorgt werden.

In Fabriken bestehen die Fenster selten aus Holz, meist aus Guß- oder Schmiedeeisen. Für hölzerne Fenster eignet sich am besten Eichenholz, das allerdings teuer ist. Alles Holzwerk ist durch Öl-

farbanstrich gegen Verderben zu schützen. Alle Fenster sollen luft- und wasserdicht sein und sich leicht öffnen und schließen lassen. Für Fabriken braucht in der Regel nur ein Teil der Fensterfläche aus beweglichen Flügeln bestehen für Lüftungs- und Rettungszwecke. Die beweglichen Teile sind entweder um eine senkrechte oder wagerechte Achse drehbar oder gleichlaufend mit der Fensterfläche senkrecht oder seitwärts verschiebbar. Im letzteren Falle wird wie bei den Türen oder Toren am wenigsten Platz für die Bewegung beansprucht. Fenster aus Holz leiden an dem Quellen und Schwinden des Holzes, woraus schlechtes Schließen derselben entstehen kann. Bei allen Fenstern ist für eine ordnungsmäßige Ableitung des Schwitzwassers zu sorgen. Dieses, sowie Eisbildung an den Scheiben kann durch Doppelfenster oder doppelte Verglasung verhindert werden. Auch der Temperaturaustausch wird dadurch bedeutend erschwert. Schiebefenster sind schwieriger dicht herzustellen. Um möglichst viel Licht eintreten zu lassen, sind bei allen Fenstern die Sprossen so schmal wie möglich herzustellen.

Eiserne Fenster sind dauerhafter als solche von Holz und eignen sich besonders für alle feuchten Räume.

Gußeiserne Fenster widerstehen besser dem Rost und sind haltbarer bei einem Brande, stellen sich auch billiger als solche aus Schmiedeeisen. Fenster aus Schmiedeeisen sind, außer im Feuer, haltbarer und etwas leichter. Die Scheiben werden in Kitt verlegt und durch Stifte, die durch gebohrte Löcher der Sprossen gehen, gehalten, dann mit Kitt verstrichen. Vorher ist ein Anstrich aus Mennige- oder Graphitölfarbe zu geben. Siderosthen hat sich auch als Fensteranstrich vorzüglich bewährt.

Alle Beschläge, Stell- und Verschlußvorrichtungen sollen einfach aber dauerhaft und sorgfältig gearbeitet sein. Auf gutes Funktionieren und leichte Handhabung ist größtes Gewicht zu legen.

Als Beispiel eines geeigneten Fensters für Fabriken sei das von E. de la Sauce & Kloß (D. R. G. M. 139872) erwähnt, das sich durch wenige, nicht überschnittene, daher feste Sprossen, einfache Hebelverschlußvorrichtung, vollkommen dichtes Schließen auszeichnet. Die Luftflügel sind seitlich auf Differenzialrollen sehr leicht verschiebbar und der Preis soll sich nicht höher stellen als für gewöhnliche Fenster.



Abb. 15. Abb. 16.
Fenstersprossen „Fenestra".
Von D. Hirsch, Lichtenberg bei Berlin.

In neuerer Zeit haben sich die Fenster nach dem System „Fenestra" (D. R. P. 138886) sehr gut bewährt, die von D. Hirsch, Lichtenberg

bei Berlin, ausgeführt werden. Die schmiedeeisernen Sprossen werden durcheinandergesteckt, so daß an den Kreuzungsstellen fast gar keine Schwächung eintritt. Die Fenster werden dadurch gewissermaßen einbruchsicher. Sie sind durchaus eben, leicht, fest und dauerhaft und können auch ohne Rahmen beim Aufbau des Gebäudes gleich mit eingemauert werden (Abb. 15 u. 16).

15. Oberlichter.

Die Oberlichter in den Dachflächen werden möglichst steil angeordnet, um das Abgleiten des Schnees herbeizuführen und ein möglichst schnelles Abfließen des Regenwassers zu bewirken. Außer der Lichtzufuhr haben die Oberlichter den Zweck, die Räume gegen den Einfluß der Witterung zu schützen. Die Konstruktionen müssen dicht, tragfähig für Eigenlast, Schneelast und Winddruck sein, sich auch unter Zuhilfenahme von Brettern u. dergl. leicht betreten lassen, um Reinigungen und Ausbesserungen vornehmen zu können. Deckenlichter werden seltener angewandt und zwar, wenn man die Wärme der bedeckten Räume mehr zusammenhalten oder das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit mehr verhindern will.

Die Glasflächen liegen entweder mit der übrigen Dachfläche in einer Ebene, oder sie sind aus der letzteren herausgehoben. Man ordnet auf dem Dach auch besondere Laternen, Dachreiter oder andere kleine Dächer an, deren Firstlinie dann in der Regel senkrecht zur Firstlinie des Hauptdachs gerichtet ist. Von diesen Dächern haben sich besonders solche bewährt, welche wie das Boileaudach und ähnliche zwischen den kleinen aufgesetzten Glasdächern Streifen des Hauptdaches liegen lassen, auf denen sich der Schnee ablagern kann. Hierbei werden die kostspieligen und viel Aufsicht und Unterhaltung erfordernden Rinnen, die bei dicht nebeneinander liegenden, sägeförmig gestalteten Glasdächern angeordnet werden, vermieden, die Beleuchtung wird eine gute, und das Hauptdach kann ganz flach sein, z. B. mit Holzzement eingedeckt. Für weite Fabrikräume finden auch die Sheddächer viel Anwendung, die mit zwei verschieden geneigten Dachflächen versehen sind, von denen die steilere, unter 60—70° geneigte mit Glas eingedeckt oder mit Fenstern versehen ist. Diese Seite wird auch oft ganz senkrecht angeordnet (Musterbeispiel 6).

Am meisten wird zum Eindecken gegossenes Rohglas verwandt, das für Dacheindeckungen 6—12 mm Stärke, bis 1 m Breite und 2 m Länge erhält. In der Regel wendet man etwas kleinere Scheiben an.

Drahtglas besitzt eine große Biegungsfestigkeit.

Die zur Verwendung kommenden Sprossen sind in der Regel von ⊥- oder +-förmigem Querschnitt. Auch Rinnensprossen kommen häufig vor. Die Sprosseneisen von L. Mannstädt & Co., Kalk bei

Köln, besitzen zwei Rinnen, von denen die untere zur Ableitung des Schwitzwassers, die obere zur besseren Anhaftung des Kittes dient. Die Scheiben werden in Glaserkitt auf den wagerechten Schenkeln der Sprosseneisen gebettet und mit Kitt verstrichen. Dem letzteren ist zum besseren Haften am Eisen etwas Mennige beigemengt. Gegen Abheben sichern die Scheiben durch die Sprossen gesteckte Stifte oder aufgeschraubte Federn aus Stahl oder Kupfer, während sie gegen Abgleiten durch Winkel oder Hakenbleche geschützt werden. Die Eisenteile werden verzinkt oder durch Anstriche (Mennige und Ölfarbe, Siderosthen u. a.) geschützt. Nebenstehend ist eine Anord-

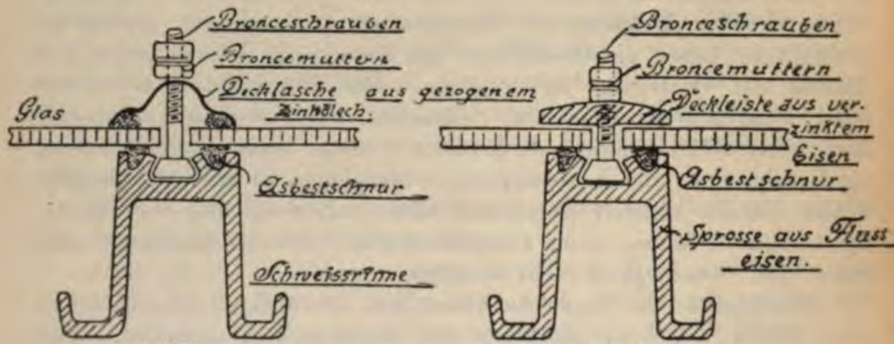


Abb. 17. Abb. 18.
Oberlichtsprossen des Deutschen Luxfer-Prismen-Syndikats.

nung des Deutschen Luxfer-Prismen-Syndikats (Berlin) wiedergegeben (Abb. 17 u. 18).

Eine besondere Sorgfalt muß bei vielen Anlagen der Vermeidung der Entstehung oder der Beseitigung von Schwitzwasser zugewandt werden. Für Räume, in denen gröbere Arbeiten verrichtet werden, hat man an den Überdeckungsstellen der Scheiben zuweilen offene Fugen gelassen, durch welche ein Temperaturausgleich für die beiden Seiten der Scheiben und damit eine Verhinderung oder Verminderung der Schwitzwasserbildung erzielt werden soll. Letzteres gelangt durch diese Fugen ins Freie.

In anderen Fällen, namentlich in Färbereien u. dergl., wo durch das Herabtropfen großer Schaden angerichtet werden kann, muß das Schwitzwasser durch Rinnen in der Sprossenrichtung, gegebenenfalls auch in der Querrichtung, unschädlich abgeführt werden.

16. Feuerungsanlagen.

Schon bei jedem gewöhnlichen Wohngebäude spielen die Feuerungsanlagen für Koch- und Heizzwecke eine wichtige Rolle. Besondere Sorgfalt in bezug auf Wahl der Baustoffe und Anordnung

und Abmessung der einzelnen Teile ist bei denselben zu verwenden, damit sie gut und sicher wirken, damit der Brennstoffverbrauch ein möglichst sparsamer wird, damit die Verbrennungsgase ohne Belästigung für das Gebäude und für die Nachbarschaft abziehen, vor allem aber, damit aus dem Feuer selbst keine Gefahren für das Gebäude und für dessen Bewohner entstehen. In letzterer Beziehung sind die einschlägigen Vorschriften der Baupolizeiordnung mit peinlicher Gewissenhaftigkeit zu erfüllen.

17. Rauchrohre.

Eine besondere Sorgfalt ist in dieser Beziehung auch den Rauchrohren zu widmen. Sie müssen möglichst bis auf den Baugrund herabgeführt werden. Beginnen sie notgedrungen erst in einem höheren Stockwerk, so müssen sie eine sichere Unterstützung durch Konstruktionen aus Stein oder Eisen erhalten. Sie sind durchaus dicht herzustellen und am unteren Ende (Keller), sowie oben (Dachraum) mit dicht schließenden, in Falze schlagenden, eisernen Reinigungstüren zu versehen. Lagern auf dem Boden leicht brennbare Stoffe, so werden die Schornsteine mit ihren Reinigungstüren am besten von einem feuersicher umwandeten Raum umschlossen.

Alle Rauchrohre müssen möglichst senkrecht in die Höhe geführt werden. Auf Schornsteinöffnungen, die niedriger liegen als die Dachfirst oder andere benachbarte Gebäude oder Gebäudeteile, übt der Wind oft einen den Zug und die regelmäßige Rauchabführung störenden Einfluß. Man schützt solche Schornsteinöffnungen durch Schornsteinaufsätze, die fest oder beweglich sind und eine solche Einrichtung besitzen, daß der Wind durch sie derart abgelenkt wird, daß er auf das Rauchrohr eine saugende Wirkung ausübt. Allgemein sind feste Schornsteinaufsätze wie die von Professor Wolpert oder von David Grove in Berlin vorzuziehen, da bei den anderen immer die Gefahr bestehen bleibt, daß sie später durch Einrosten, Festsetzen von Ruß u. dergl. ihre Beweglichkeit verlieren und dann schädlich wirken können. Von beweglichen Aufsätzen, die sich bisher bewährt haben, wollen wir jedoch den von J. A. John in Erfurt erwähnen (Abb. 19). Sind Reinigungstüren im Dachboden nicht vorhanden, so muß namentlich bei höheren Schornsteinen durch Anbringung von Dachluken, eisernen Leitern oder Laufbrettern dafür gesorgt sein, daß der Schornsteinfeger die Reinigung von der Schornsteinöffnung her sicher vornehmen kann.



Abb. 19. Johns Schornsteinaufsatz.

Das „Ziehen“ oder „Schleifen“ der Rauchrohre, d. h. die schräge Führung derselben darf höchstens unter einem Winkel von 45° vorgenommen werden. Freistehende gezogene Rohre dürfen nur durch Stein- oder Eisenkonstruktionen unterstützt werden.

Öfen verschiedener Stockwerke sollen nicht in dasselbe russische Rohr münden, dagegen können 3—4 Öfen desselben Stockwerks in ein Rohr von genügender Weite münden. Herd- und Kesselfeuerungen gibt man am besten ein besonderes Rohr. Wrasenrohre zur Abführung von Wasserdampf und Lüftungsrohre legt man zweckmäßig zwischen Rauchrohre, um durch die Wärme den Zug in ihnen zu erhöhen.

18. Dampfkesselanlagen.

Eine sehr große Anzahl von Fabriken braucht Dampf oft sogar in ungeheuren Mengen sowohl als Betriebskraft als für andere Zwecke wie z. B. zum Heizen, Kochen u. dergl. Wir können hier nicht auf die Kesselanlagen selber eingehen. Es sollen nur einige Bemerkungen über das Kesselhaus, die Kesseleinmauerungen und über den Fabrikschornstein Platz finden.

Zunächst sind bei allen Dampfkesselanlagen „die allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln“ vom 5. August 1890 zu beachten. Danach müssen z. B. die höchsten Stellen der Feuerzüge mindestens 10 cm unter dem festgesetzten, niedrigsten Wasserspiegel des Kessels liegen. Jeder Kessel muß mit gewissen Ausrüstungen wie Wasserstandsglas, Probierhähnen, Sicherheits- und Speiseventil, zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung sowie mit Marken für den niedrigsten Wasserstand am Wasserstandsglas sowie am Kessel oder am Kesselmauerwerk versehen sein. Ferner ist jeder Kessel mit einem zuverlässigen Manometer zu versehen, an welchem die festgesetzte höchste Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen ist.

Dampfkessel, welche für mehr als sechs Atmosphären Überdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Überdruck mehr als dreißig beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Aufstellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sind.

Zwischen dem Mauerwerk des Feuerraums und der Feuerzüge und den umgebenden Wänden muß ein Zwischenraum von mindestens 10 cm verbleiben.

Für jeden Dampfkessel ist eine gewerbepolizeiliche Genehmigung erforderlich. Die bezüglichen Anträge sind bei dem zuständigen Gewerbeinspektor anzubringen. Der Genehmigung geht eine Unter-

suchung und Prüfung voraus. Solche Untersuchungen und Prüfungen finden später von Zeit zu Zeit namentlich auch nach jeder Hauptausbesserung statt (Anweisung vom 9. März 1900).

Auch von den Kesseleinmauerungen ist zunächst zu verlangen, daß das Mauerwerk in den Zügen überall dicht ist. Die Steine sollen von regelmäßiger Form sein, die Fugen eng. Man taucht daher die Steine oft nur in Lehmmörtel ein. Die Steine sollen möglichst feuerfest sein. Für die Feuerungen, die inneren Wandungen der Züge und die innere Bekleidung des unteren Teils des Schornsteins verwendet man Schamottesteine. Als Mörtel braucht man Lehm oder bei feuerfesten Steinen einen Mörtel aus Schamottemehl und magerem Ton. Die Züge sollen innen mit glatten Flächen und ohne scharfe Ecken ausgeführt werden. Alle Züge, der Fuchs, d. i. der Kanal, der die Feuergase nach dem Schornstein führt, sowie der Schornstein selbst müssen sich leicht reinigen bzw. ausbessern lassen und zu diesem Zwecke mit geeigneten Öffnungen versehen sein, welche während des Betriebes durch eiserne Kapseln oder Türen verschlossen oder durch Mauerwerk zugesetzt werden. Besondere Rücksicht ist auf die Ausdehnung des Mauerwerks bei der hohen Temperatur zu nehmen. Das Kesselmauerwerk ist daher zur besseren Haltbarkeit meist kräftig zu verankern. Die Roststäbe sind so zu lagern, daß sie in der Hitze sich frei ausdehnen können, um Verkrümmungen zu vermeiden.

Durch geeignete Isolierungen und Ummantelungen der freiliegenden Kesselflächen und Dampfleitungsrohre ist dafür zu sorgen, daß die Wärme möglichst zusammengehalten wird. Auch ist das Kesselmauerwerk von aller Grundfeuchtigkeit sorgfältig fernzuhalten. Beispiele für Dampfkesselanlagen bieten die Musterbeispiele 2, 4 und 6.

19. Fabrikschornsteine.

Der Zweck der Fabrikschornsteine ist die Erzeugung des für die Feuerung nötigen Zuges und die unschädliche Abführung der Verbrennungsprodukte. Sie sollen widerstandsfähig sein gegen die Einwirkung der Gase und standfähig gegen Winddruck. Sie erhalten meist einen runden, zuweilen auch einen achteckigen oder quadratischen Querschnitt. Letzterer ist am ungünstigsten, da die Gase hier mehr abkühlen und an den Seitenwandungen mehr Reibung erfahren. Er ermöglicht aber die Errichtung aus gewöhnlichen Ziegeln oder natürlichen Steinen, während bei rundem Querschnitt Formsteine zur Verwendung kommen. Sehr zweckmäßig sind in letzterem Falle durchlöcherte, unporige, 9 cm dicke Radialformsteine. Als Mörtel wendet man Zementmörtel an.

Weite, Höhe und Stärke sollen nicht zu knapp bemessen sein, letztere auch aus dem Grunde, um eine nachträgliche geringe Erhöhung

zu ermöglichen. Die allergeringste Höhe beträgt bei kleinen Anlagen 16 m, bei größeren 30—33 m. Über 50 m wird man äußerst selten hinauszugehen haben. Den oberen Querschnitt macht man etwa gleich der freien Rostfläche, bei Röhrenkesseln gleich dem Gesamtquerschnitt der Kesselröhren oder gleich $^1/_8$ der Gesamtrostfläche. Bei mehreren Kesseln bestimmt man den Schornsteinquerschnitt am besten nach der Gesamtrostfläche aller Kessel, die Höhe dagegen nach den Abmessungen eines bezw. des größten Kessels.

Hauptsächlich aus Standfestigkeitsrücksichten pflegt man den unteren, lichten Durchmesser größer zu wählen als den oberen und zwar, wenn die Höhe h ist:

um $0{,}01 \times h$ bei Blechschornsteinen,
„ $0{,}02$ bis $0{,}0167 \times h$ bei runden gemauerten und
„ $0{,}025 \times h$ bei quadratischen oder achteckigen Schornsteinen.

Die obere Wandstärke e macht man bei runden Schornsteinen aus Formsteinen:

$$e = 12{,}5 \text{ cm für } d < 1 \text{ m},$$
$$e = 15 \text{ „ „ } d > 1 \text{ m},$$
$$e = 20 \text{ „ „ } d > 1{,}5 \text{ m},$$
$$e = 25 \text{ „ „ } d > 2 \text{ m}.$$

Die ganze Höhe teilt man in Absätze von 5 m und macht jeden folgenden Absatz um 5 cm stärker als den vorhergehenden. Schornsteine aus gewöhnlichen Normalsteinen macht man oben bei 1 m Durchmesser 12 cm, bei größerem Durchmesser 25 cm stark, teilt die ganze Höhe in Absätze von 6—8 m und macht jeden folgenden Absatz einen halben Stein stärker.

Für jeden Schornstein muß die Standfestigkeit bei einer Beanspruchung durch Winddruck von 150 kg/qm nachgewiesen werden. Bei sehr hoch und frei gelegenen Schornsteinen wird ein höherer Winddruck in Rechnung gestellt.

Schornsteine werden möglichst gleich so ausgeführt, daß sie einer späteren Erweiterung der Kesselanlage genügen. Die Stärke des Zuges wird durch einen im Fuchs angebrachten Schieber geregelt, der vom Heizerstand aus gehandhabt werden kann.

Sehr zweckmäßig ist die Anbringung eines schrägen Spiegels am Heizerstand, durch welchen der Heizer die aus der Schornsteinöffnung abziehenden Heizgase beobachten kann.

Das Fundament eines Schornsteins wird in der Regel aus einer quadratischen Beton- oder Eisenbetonplatte gebildet und ist so groß zu bemessen, daß der Baugrund höchstens mit 1,5 bis 2 kg/qcm Druck beansprucht wird. Bei tiefgelegenem Baugrund wendet man einen *Pfahlrost* an.

Hohe Schornsteine errichtet man am besten freistehend. Des ungleichen Setzens des Mauerwerks wegen dürfen sie nie im Verbande mit anderem Mauerwerk aufgeführt werden. Aus demselben Grunde darf der Fuchs erst nach Fertigstellung des Schornsteins hergestellt werden.

Jeder Schornstein ist im Innern mit Steigeisen und oben mit einem Blitzableiter zu versehen. Weitausladende und gegliederte Schornsteinköpfe sind zu vermeiden, da sie Unregelmäßigkeiten in der Windbewegung veranlassen und dadurch den Zug beeinträchtigen.

Die Ausführung eines Schornsteins muß mit großer Sorgfalt und Sachkenntnis vorgenommen werden. Sie wird ebenso wie die Kesseleinmauerung am besten einer Firma übertragen, die sich ausschließlich mit derartigen Arbeiten beschäftigt und über reiche Erfahrungen auf diesem Gebiete sowie über geschulte Arbeiter verfügt. Beispiele ausgeführter Schornsteine liefern die Musterbeispiele 2, 4, 6 auf den Tafeln III, IV, V und VI.

Blechschornsteine kommen in der Regel nur für kleinere Abmessungen, aus Mangel an Zeit, bei schlechtem Baugrund oder für vorläufige Anlagen zur Anwendung, ebenso bei Hüttenwerken. Sie werden aus einzelnen Schüssen in Form abgestumpfter Kegel zusammengenietet. Der obere Schuß greift über den unteren. Die Blechstärke beträgt oben 3—5 mm und nimmt nach unten auf 6—8 mm zu. Blechschornsteine werden entweder sicher mit der Fundamentplatte verankert oder durch Drahtseile u. dergl. gehalten, die in zwei Drittel der Höhe angreifen. Innen erhalten sie oft eine Ziegelausfütterung. Gegen Rost werden sie durch einen Anstrich von Teer, Mennige oder Siderosthen geschützt. Die ersteren Anstriche sind alle zwei Jahre etwa zu erneuern.

Nur enge, unter 0,6—0,7 m weite, gemauerte Schornsteine werden mit Hilfe eines äußeren Gerüstes ausgeführt. Bei größeren Weiten wird von inneren Rüstböden aus „über Hand" gemauert.

Schiefe, gemauerte Schornsteine kann man durch Ausführung von Sägeschnitten, Anwendung von Keilen, sehr vorsichtige Lockerung des Baugrundes durch radiale Bohrungen von innen her gerade richten.

Münden mehrere Füchse in einen Fabrikschornstein (Tafel VI), so ist durch Errichtung von Scheidewänden dafür zu sorgen, daß die Rauchgase aus den einzelnen Kanälen nicht störend für den Zug aufeinander treffen, sondern durch diese Wände nach oben abgelenkt werden.

20. Abortanlagen.

Ein sehr wichtiger Teil einer Fabrik wie überhaupt eines jeden Gebäudes, in welchem sich Menschen längere Zeit oder dauernd aufhalten, ist in bezug auf die Gesundheitspflege die Abortanlage. Der-

selben ist daher sowohl beim Bau wie bei der Unterhaltung die größte Sorgfalt zuzuwenden.

Bei der Anlage werden die örtlichen Verhältnisse entscheiden, ob die Auswurfstoffe durch Abfuhr oder durch Kanalisation beseitigt werden. Stets müssen Aborte in genügender Zahl vorgesehen werden, so daß auf eine Zelle höchstens 25 Arbeiter kommen. Sie müssen, wo männliche und weibliche Personen beschäftigt werden, nach den Geschlechtern vollständig getrennt angelegt werden und zu diesem Zwecke deutliche Aufschriften an den Eingängen erhalten. Um das Eindringen von Abortgasen in die Arbeitsräume zu verhindern, legt man sie am besten in ein getrenntes Gebäude, das durch einen Verbindungsgang mit den Arbeitsräumen in den Fällen zugänglich zu machen ist, wenn die Art der Beschäftigung eine starke Erhitzung der Arbeiter mit sich bringt. Oft werden die Aborte in Verbindung mit dem Treppenhause angelegt.

Durch geeignete Entlüftungsrohre, die mit Saugkappen, Ventilatoren u. dergl. versehen werden, sorgt man dafür, daß Abortgase nicht in die Zellen oder in die Umgebung gelangen können. Man legt die Aborte am besten nach Norden oder Osten. Die ganze Anlage muß in einfacher Weise die Reinhaltung gestatten. Der Fußboden muß durchaus dicht sein und wird zweckmäßig aus Asphalt oder Zement hergestellt. Am besten erhält der ganze Fußboden namentlich auch in den Pissoiren und bei größeren Anlagen ein Gefälle nach einem mit Sieb und Wasserverschluß versehenen Abfallrohr hin. Alle Aborte müssen unmittelbare, genügende Beleuchtung und Lüftung erhalten und sind des Abends ausreichend künstlich zu erhellen.

Die Trennungswände der einzelnen Zellen macht man etwa 2 m hoch. Die Türen werden mit Verschlußvorrichtungen versehen und lassen unten zweckmäßig einen freien Raum von etwa 20 cm Höhe. Als Trennungswände eignen sich solche von Eisen mit rauhen Flächen und zweckmäßigem Anstrich, z. B. mit Siderosthen. Auch Wände aus geölten Schieferplatten, aus undurchsichtigem Rohglas oder aus Eisenbeton mit gut abgeglätteten Oberflächen haben sich hier bewährt.



Abb. 20. Freistehendes Abortbecken. Gebr. Schmidt, Weimar.

Kastensitze sind nicht zweckmäßig; die inneren Teile sind unzugänglich und können zur Ablagerung von Unreinigkeiten Gelegenheit bieten. Am besten sind freistehende Becken mit schmalem, hölzernem, aufgeschraubtem Holzrande, welcher, um das Heraufstellen und Beschmutzen ganz unmöglich zu machen, schräg angeordnet werden kann. (Geliefert z. B. von Gebr. Schmidt, Weimar.) (Abb. 20.) Wo Wasserspülung vorhanden ist, sind aus einem

Stück bestehende Wasserklosetts mit Wasserverschluß sehr zweckmäßig.

Ist eine Kanalisation nicht vorhanden, so hat man die Wahl zwischen Gruben- und Tonnenanlagen. Gruben müssen äußerst wasserdicht in gutem Zement- oder Asphaltmauerwerk hergestellt und nach oben hin möglichst luftdicht abgeschlossen werden. Das Aufsteigen übelriechender Gase aus der Grube wird hier wie beim Tonnensystem in einfachster Weise durch einen Kotverschluß verhindert. Beim Tonnensystem werden die Aufnahmegefäße zweckmäßig zu ebener Erde aufgestellt. Sie sind oft fahrbar oder ruhen auf kleinen, auf Gleisen beweglichen Gestellen, so daß sie zum Entleeren leicht entfernt werden können (Abb. 21). Die Abfallrohre müssen möglichst luftdicht mit den Aufnahmegefäßen verbunden werden, was durch Gummiring und Sandverschluß geschehen kann. Für die Zeit der Entfernung der Tonnen oder Latrinenwagen sind die Abfallrohre durch Schieber abzuschließen (Abb. 22).

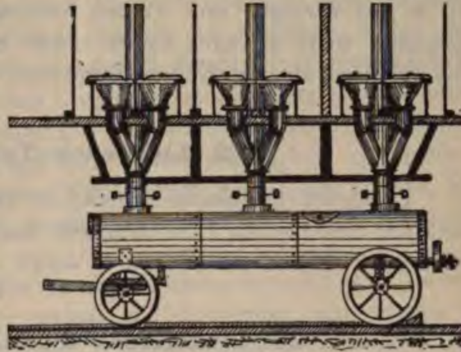


Abb. 21. Abortanlage mit fahrbarer Tonne. Gebr. Schmidt, Weimar.



Abb. 22. Schieberverschluß. Gebr. Schmidt, Weimar.

Auch Torfmullklosetts haben sich für Fabriken gut bewährt. Torfmull zeichnet sich durch sein hohes Aufsaugungsvermögen für Flüssigkeiten und durch seine Aufnahmefähigkeit für üble Gerüche aus. Vermischt mit den Auswurfstoffen gibt er einen vorzüglichen Dünger.

Der Raum für die Tonnen muß sauber gehalten werden. Die Wände werden hin und wieder mit Kalkmilch gestrichen. Um ein Einfrieren der Massen zu verhindern, verschließt man die Tonnenräume durch Doppeltüren, deren Zwischenraum mit Sägespänen u. dergl. ausgefüllt ist. Zur Beförderung der Lüftung versieht man die Entlüftungsrohre zweckmäßig mit kleinen Heizvorrichtungen oder bringt in Zwischenstücken derselben eine Gasflamme oder Petroleumlampe an.

Für die Entleerung von Gruben finden die pneumatischen Auspumpapparate zweckmäßig Anwendung.

21. Sprachrohre.

In vielfacher Weise macht sich bei Fabrikanlagen das Bedürfnis geltend, nach entfernten Räumen Zeichen zu geben oder sich durch

Sprachrohr, Telephon u. dergl. verständlich zu machen. Sehr große und sich über weite Flächen erstreckende Anlagen werden mit vollständigen Telegraphenstationen auszurüsten sein, sowohl für den inneren Verkehr als für den nach außen.

Die einfachsten derartigen Einrichtungen sind die Sprachrohre. Sie bestehen aus 2—3 cm weiten, gezogenen und überall gut gelöteten Zinkrohren. Sie sollen möglichst geradlinig geführt werden, sind bis 40 m gut wirksam und werden höchstens bis 100 m Entfernung angewandt, wenn an allen Ecken sanfte Knierohre eingeschaltet werden. Sie erhalten an den Enden Mundstück und Signalpfeife.

22. Luftdruck-Telegraphen.

Luftdruck-Telegraphen finden bei der Einfachheit und Vollkommenheit der elektrischen Einrichtungen kaum mehr Verwendung, allenfalls noch zum Öffnen von Türen u. dergl.

23. Elektrische Signaleinrichtungen.

Von elektrischen Haustelegraphen sind zunächst die Signaleinrichtungen zu nennen. Notwendige Teile derselben bilden die Elektrizitätsquelle, die Klingelvorrichtung, der Taster und die Leitung.

Als Elektrizitätsquelle braucht man bei mäßiger Beanspruchung und für einzelne Glockenzeichen sogen. inkonstante Elemente, z. B. Leclanché-Elemente. Die Elemente dürfen der Wärme nicht zu sehr ausgesetzt sein. Sie werden in einem kleinen Wandschrank oder dergl. an einem trockenen, keinen feuchten Niederschlägen ausgesetzten Orte aufgestellt.

Für stärkere Beanspruchung, z. B. für sogen. Fortläuteklingeln, verwendet man konstante, galvanische Elemente von Daniell, Meidinger usw. Bei Aneinanderschaltung mehrerer Elemente zu einer Batterie ist stets der positive Pol des einen Elements mit dem negativen des anderen zu verbinden. Die Elemente werden in einem Batteriekasten mit Trennungswänden so aufgestellt, daß sie sich nicht berühren.

Die einfachsten Klingelapparate sind sogen. Rasselklingeln mit Elektromagnetpaar und vorliegendem Anker. Sollen mehrere Klingeln in Tätigkeit versetzt werden, so braucht man Rasselklingeln mit Elektromagnetausschaltung, wobei die Leitung nicht unterbrochen wird. Im Freien aufgehängte Klingeln werden mit einem Schutzgehäuse versehen.

Es seien hier noch erwähnt die Fortläuteklingeln, die so lange ertönen, bis eine Abstellung erfolgt, die Klingeln mit Einzelschlägen, sowie die Glocken mit sichtbaren Signalvorrichtungen. Für lange

Leitungen und für Einrichtungen mit mehreren Klingeln wendet man Magnetinduktoren an.

Die Taster bestehen in der Regel in einfachen Hebelvorrichtungen für Schließung oder Unterbrechung der Leitung. Zur Kontrolle für das Öffnen und Schließen von Türen und Fenstern sowie von Pforten oder Haustoren sind Kontakte im Gebrauch.

Die Leitungen sind nach einem genauen, zweckentsprechenden Leitungsplan und Schaltungsschema übersichtlich und bei größeren Anlagen möglichst in verschiedenen Farben zu verlegen, wobei Berührungen der einzelnen Drähte ganz und Kreuzungen möglichst zu vermeiden sind. Die Leitung darf nirgends unterbrochen sein. Blanke Stellen der isolierten Drähte sind gut zu isolieren. Alle Drähte sind für Untersuchungen in Störungsfällen leicht zugänglich zu machen. Zur Verwendung kommt isolierter Kupferdraht von 1 mm Stärke, für Leitungen im Freien blanker Kupferdraht oder Siliciumbronzedraht von 1,8—2 mm Stärke.

Zur Befestigung der Drähte an den Wänden benutzt man Hakennägel oder Klammern. Man verlegt die Leitungen am besten in Kanälen oder Nischen, die in den Wänden ausgespart werden. In diesen bringt man Holzunterlagen zur leichten Befestigung an und schützt die Drähte durch leicht zu öffnende Deckel. Auch die aus Papiermasse bestehenden Isolierrohre der Firma S. Bergmann & Co. in Berlin gewähren den Leitungsdrähten einen guten Schutz. Diese Rohre werden auch mit einem Überzug von Messingblech geliefert.

Bei der Leitung der Drähte durch Mauern benutzt man zur Isolierung und zum Schutz derselben Rohre aus Glas, Holz, Porzellan oder Hartgummi.

Bei Leitungen im Freien werden die Drähte an Isolatoren befestigt, die in der Regel aus Porzellan bestehen. Solche Leitungen sind dann mit Blitzschutzvorrichtungen zu versehen.

In Fabriken finden solche Signalvorrichtungen die weiteste Verbreitung. Beispielsweise muß das Angehen und Abstellen der Betriebsmaschinen allen beschäftigten Personen durch ein Signal angezeigt werden. Bei Dampfmaschinen geschieht dies meist durch eine Dampfpfeife. Für kürzere Entfernungen können diese Zeichen durch einen Glockenzug gegeben werden. Elektrische Klingeln sind dagegen bei allen ausgedehnten Anlagen am Platze, ebenso dort, wo andere Betriebskräfte als Dampf zur Verwendung kommen, oder wo die Zeichen mit der Dampfpfeife für die Nachbarschaft zu störend wirken.

24. Telephonanlagen.

Handelt es sich nicht nur um einzelne Zeichen, sondern um Mitteilungen zwischen räumlich getrennten Orten, so findet wegen seiner

Handlichkeit das Telephon sowohl für einzelne Gebäude als auch für ganze Gebäudegruppen Verwendung, wobei der Anruf durch einen Klingelapparat geschieht.

Bei vollständigeren Fernsprechgelegenheiten findet außer dem Telephon auch das Mikrophon Verwendung und zwar letzteres als Überträger, ersteres als Empfänger, um gleichzeitig sprechen und hören zu können. Für größere Anlagen braucht man Linienwähler, durch welche man sich selbst mit der anzurufenden Station in Verbindung setzt. Bei einer größeren Anzahl von Stationen (über zehn) finden Zentralumschalter mit Nummertafeln Verwendung.

25. Einfluß der verschiedenen Einrichtungen und Anlagen

(auf die Konstruktionen und auf die Wahl der Baustoffe).

Es sei hier noch kurz auf den Einfluß hingewiesen, den Verkehrs- und Transportanlagen, Triebwerke sowie die Anlagen von Heizung, Lüftung und Beleuchtung auf die einzelnen Konstruktionen sowie auf die Wahl der Baustoffe ausüben können.

Alle dem Verkehr dienenden Plätze, Gänge usw. müssen mit entsprechendem Fußbodenbelag versehen sein, eine helle Beleuchtung sowie eine genügende Breite besitzen. Sie müssen von anderen Konstruktionen freibleiben und genügend geschützt sein gegen alle beweglichen Maschinenteile. Besonders gilt dies von Fahrstühlen, Gleisanlagen u. dergl.

In Gebäuden mit leicht entzündlichen Stoffen wird man die Aufzüge zweckmäßig außerhalb des Gebäudes anlegen, damit durch die Durchbrechung der Decken nicht einer schnellen Ausbreitung eines Feuers Vorschub geleistet wird. Während man aus letzterem Grunde bei innerhalb des Gebäudes gelegenen Fahrstühlen eine feuersichere Umschließung des Fahrstuhls vorziehen wird, hat dort, wo die Feuersgefahr keine große ist, eine Latten- oder Drahtgitterumschließung oder dergl. für sich, daß man stets sehen kann, wo sich in jedem Augenblick der Fahrstuhl befindet. Um Unglücksfällen vorzubeugen, sind alle kleineren Öffnungen, durch welche man den Kopf stecken kann, streng zu vermeiden. In bezug auf die Fußbodenbeläge sei nochmals kurz zusammengefaßt, daß für gewöhnlich ein guter Holzdielenbelag den Vorzug verdient. Bei großer Beanspruchung tritt zu ebener Erde in Montagehallen u. dergl. ein Holzpflaster. Bei Arbeiten am Feuer ist ein gutes Steinpflaster oder ein Lehmestrich geeignet, bei Arbeiten mit Flüssigkeiten ein Asphaltestrich, während Zementestrich sowohl bei Feuerarbeiten wie bei Flüssigkeiten gute Dienste leistet.

Bei den Triebwerken werden die Lagerstühle der Wellen zweckmäßig an den Wänden oder Säulen befestigt. Die Wände werden für diesen Zweck an den Befestigungsstellen oft durch Pfeilervorlagen

verstärkt. Säulen werden wegen der schiefen Beanspruchung in diesen Fällen am besten aus Schmiedeeisen hergestellt. Seltener findet die Befestigung der Wellenlagerstühle an den Decken an untergeschraubten Bohlen u. dergl. statt. Sehr zweckdienlich ist dagegen die Unterbringung der Hauptbetriebswellen unter dem Fußboden in besonderen, gemauerten und zugänglichen Kanälen. Durch eine solche Anordnung wird die Betriebssicherheit in hohem Grade erhöht. (Siehe die Holzbearbeitungs-Werkstatt im Musterbeispiel 1, dargestellt durch Abb. 3 und Tafel I, Abb 3.)

Es kommt zuweilen vor, daß Triebwellen durch Brandmauern gehen. Damit die Öffnungen in diesem Falle so klein wie möglich gehalten werden können, dürfen dann die Lagerstühle nie in den Maueröffnungen aufgestellt werden.

Bei Heizungs- und Beleuchtungsanlagen hat man darauf zu achten, daß aus brennbaren Stoffen bestehende Konstruktionsteile den Feuerungen und Feuerzügen, den Schornsteinen sowie den Flammen der Beleuchtungskörper nicht so nahe kommen, daß sie durch die Hitze sich entzünden oder sonst Schaden leiden. Nahe unter den Decken aufgehängte Beleuchtungskörper sind daher z. B. oben mit Schutzschirmen zu versehen.

Bei Lüftungskanälen kann eine schädliche Bildung von Schwitzwasser eintreten. Um diese möglichst zu verhindern, verlegt man solche Rohre gut zwischen Rauchrohren, wodurch der Zug in den Lüftungsrohren zugleich gefördert wird.

Alle Leitungsrohre sind so unterzubringen und zu befestigen, daß sie die Räume nirgends störend beengen, daß sie vor Beschädigungen geschützt und für Ausbesserungszwecke u. dergl. leicht zugänglich bleiben. Es eignen sich dazu Mauernischen, die leicht mit einem Schutzdeckel verschlossen werden. Wasserleitungs- und Entwässerungsrohre sollen nie fest im Mauerwerk liegen, weil in letzterem Falle eintretende Schäden nicht sogleich bemerkt werden und nur schwierig ausgebessert werden können.

Heizrohre werden zweckmäßig am unteren Teil der Außenwände oder in Kanälen der Fußböden untergebracht. Letztere sind mit Gittern bedeckt und müssen sich leicht von Staub säubern lassen.

26. Schutz gegen Feuchtigkeit, Wetter und Feuer. Allgemeines.

Im allgemeinen müssen alle Konstruktionen und die Baustoffe, aus denen sie gebildet sind, möglichst sorgfältig gegen Feuchtigkeit, Wetter und Feuer geschützt werden.

Die Feuchtigkeit kann aus dem Erdboden oder aus dem Grundwasser herstammen. Sie kann von den Niederschlägen herrühren, oder

sie kann auch im Innern der Gebäude durch die Art der Benutzung der Räume erzeugt werden.

27. Isolierungen.

Gegen aufsteigende Feuchtigkeit des Bodens schützt man die Gebäude durch Isolierungen aus Asphalt oder Asphaltfilzplatten, welche über Terrainhöhe quer durch alle Mauern geführt werden (Abb. 23). Kellerräume schützt man durch Isolierung der Wände und des Fußbodens. Bei hohem Grundwasserstand wendet man zugleich zweckmäßig umgekehrte Gewölbe für die Kellersohle an, welche dem Druck des Wassers gut Widerstand leisten (Abb. 24 u. 25). Asphalt bildet auch das vorzüglichste Material zur dichten Herstellung von Belägen für Höfe, Gänge, Plätze, für Fußböden und Abortgruben. Alle Konstruktionen, die Bewegungen und Erschütterungen ausgesetzt sind, werden vorzüglich durch Asphaltfilzplatten isoliert, welche elastisch sind und keine Sprünge oder Risse erhalten (Büsscher & Hoffmann, Bahnhof Eberswalde).



Abb. 23. Isolierung der Mauern gegen aufsteigende Feuchtigkeit. Von Büsscher & Hoffmann, Eberswalde.





Abb. 24 und 25. Isolierung der Kellerräume gegen Grundwasser. Von Büsscher & Hoffmann, Eberswalde.

28. Schutz gegen Niederschläge.

Gegen Feuchtigkeit von oben werden die Gebäude vor allen Dingen durch eine sorgfältige Dacheindeckung geschützt, durch Abschrägung aller vorspringenden Teile, durch Glättung der Außenflächen, Abdeckung der Gesimse u. dergl. mit Zinkblech oder Zement oder schließlich durch wasserundurchlässige Anstriche oder Überzüge. Wir erwähnen von diesen nochmals Anstriche mit Ölfarben oder Siderosthen und Verputz mit Zementmörtel.

29. Dachrinnen und Abfallrohre.

Das auf die Gebäude fallende Niederschlagswasser muß unschädlich und schnell entfernt werden. In dieser Beziehung spielen die Dachrinnen und Abfallrohre eine wichtige Rolle. Dachrinnen sollen für 1 m Länge ein Gefälle von 0,8—1 cm erhalten. Für kleinere Gebäude genügt eine Breite von 15—20 cm und an der Vorderseite eine Tiefe von 7 cm; für größere wird die Breite 20—25 cm und die Tiefe 10 cm. Abfallröhren sollen in Entfernungen von 15—25 m mit Durchmessern von 13—15 cm angeordnet werden. Immer soll die Vorderkante der Rinne tiefer liegen als die Hinterkante, möglichst tiefer als die verlängerte Dachfläche. Die Rinnen und Abfallrohre werden in der Regel aus Zinkblech Nr. 13 hergestellt. Auf die starke Ausdehnung des Zinks ist durch Falzungen der einzelnen Teile Rücksicht zu nehmen. Alle scharfen Kanten sind zu vermeiden.

Hochgelegene oder wie bei Sheddächern zwischen zwei Dachflächen befindliche Rinnen sind begehbar einzurichten und daher durch einen festen Rinnenboden zu unterstützen oder mit auf den Rinnenhaltern liegenden Laufbrettern zu versehen. Bei Sheddächern haben sich Unterdeckungen mit Asphaltfilzplatten für die Rinnen gut bewährt, namentlich wo starke Erschütterungen stattfinden.

Bei Dachneigungen von 25—55° sind Schneefänge anzuordnen.

30. Schutz gegen Sturm.

Alle Gebäudeteile müssen eine sichere Standfestigkeit und eine solide Befestigung gegen die Angriffe des Sturmes erhalten.

31. Blitzableiter.

Gegen Blitzgefahr sind die Gebäude durch Blitzableiter zu schützen. Die Auffangestangen derselben bestehen aus Eisen von mindestens 2,5 cm Durchmesser. Der Durchmesser des Schutzkreises ist gleich der vier- bis fünffachen Länge der Auffangestange. Die Spitze der letzteren besteht zweckmäßig aus einem Metall mit hohem Schmelzpunkt (vergoldetem Kupfer oder Platin). Sie muß den höchsten Punkt einnehmen. Die Leitung besteht möglichst aus einem Stück, am besten aus einem Drahtseil, da hier eine große Oberfläche vorhanden ist und diese allein leitet. Man verwendet bei Hauptleitungen verzinkte Eisendrahtseile von 15 mm Durchmesser oder Kupferseile von 10 mm Durchmesser.

An allen Verbindungsstellen müssen möglichst große, vollkommen rein metallische Berührungsflächen dauerhaft verbunden sein.

Größere Metallflächen oder Metallmassen, wie Metalldächer, Dachrinnen u. dergl., die sich in der Nähe der Leitung befinden, sind mit

derselben durch Nebenleitungen zu verbinden. Die Gebäudeleitungen sollen das Gebäude und namentlich das Dach möglichst allseitig umspannen und von den Auffangevorrichtungen auf den zulässig kürzesten Wegen und unter tunlichster Vermeidung schärferer Krümmungen zur Erde führen.

Die Erdleitungen bestehen aus metallenen Leitungen, welche an den unteren Enden der Gebäudeleitungen anschließen und in den Erdboden eindringen. Sie sollen sich hier unter Bevorzugung feuchter Stellen möglichst weit ausbreiten.

Große Metallmassen des Gebäudes sind auch unter sich zu verbinden.

Der Elektrotechnische Verein zu Berlin empfiehlt für verzweigte Leitungen aus Eisen nicht unter 50 qmm, für unverzweigte nicht unter 100 qmm Querschnitt, für Kupfer die Hälfte, für Zink den $1\frac{1}{2}$fachen, für Blei den dreifachen Querschnitt des Eisens. Die Leitung soll nach Form und Befestigung sturmsicher sein. Nichtgeschweißte oder nichtgelötete Verbindungsstellen sollen metallische Berührungsflächen von nicht unter 10 qcm erhalten.

Die Erdleitung ist vom Boden an unter 45° vom Gebäude abzulenken. Sie ist zweckmäßig mit einer Erdplatte von Kupfer von 1,5 mm Stärke und 50×100 cm Fläche (für eine Stange) verbunden, die möglichst immer im Grundwasser liegen soll. Auch an Eisenplatten, Eisenschienen, Eisennetze von 1 qm Fläche wird die Erdleitung angeschlossen oder, wo es erlaubt ist, an die Wasserleitungsröhren. Bei trockenem Terrain versenkt man die Erdplatten unter die Abfallrohre, Regenrinnen oder in Brunnen. In letzterem Fall darf Kupfer nicht verwandt werden.

Blitzableiter wirken schädlich statt nützlich, wenn sie nicht von tadelloser Beschaffenheit sind. Man hat sich von Zeit zu Zeit von ihrem guten Zustande durch Prüfung mittels des galvanischen Stroms und Galvanometers (Meßbrücke von Mix & Genest) zu überzeugen.

32. Schutz gegen Feuer.

Sowohl bei der Anlage einer Fabrik wie beim späteren Betriebe ist die größte Sorgfalt darauf zu verwenden, den Ausbruch eines Schadenfeuers nach Möglichkeit zu verhindern und in dieser Richtung die Sicherheit der Personen wie der Güter und der Gebäude selbst zu erhöhen. Anderseits sind möglichst vollkommene Einrichtungen zu treffen zur Rettung der beschäftigten Arbeiter usw. sowie zur schnellen Unterdrückung eines ausbrechenden Feuers.

Die Fürsorge ist gegen einen Ausbruch und eine Verbreitung eines Feuers im Innern eines Gebäudes ebenso zu treffen wie gegen *eine Übertragung* von außen. Gegen letztere werden feuersichere Um-

fassungswände, besonders Brandmauern nach den Nachbargrenzen hin, dann vor allem feuersichere Bedachungen wirksam sein.

In dieser Beziehung sind besonders die Vorschriften der Baupolizeiordnungen sorgfältig zu beachten, sowie sonstige Vorschriften, die für besondere Anlagen, z. B. für die Lagerung von Petroleum, Spirituosen, Sprengstoffen usw., erlassen sind.

Der wirksamste Schutz wird durch eine möglichst feuersichere Bauart aus unverbrennlichen Baustoffen gebildet. Die Mittel, die man in Form von Anstrichen und Durchtränkungen anwendet, um bei brennbaren Stoffen Feuersicherheit zu erzielen, bringen nie eine Unverbrennlichkeit, sondern nur eine mehr oder weniger sichere Unentflammbarkeit hervor. In ähnlicher Weise wirken Überstriche von Holz mit Wasserglas, Asbestfarben u. dergl. Besser schützen Putzüberzüge, Rabitz- und Monierumhüllungen, Gipsdielen und Xylolithplatten. Hierher gehören auch die Umkleidungen der Träger und Säulen mit hohlen Tonkörpern, Schamottesteinen, porösen oder Lochsteinen, Beton und Eisenbeton mit und ohne isolierende Luftschicht (Abb. 26, Deckenkonstruktion sowie Umhüllungen von Säulen und Trägern durch Beton mit Streckmetalleinlage von Schüchtermann & Kremer, Dortmund).

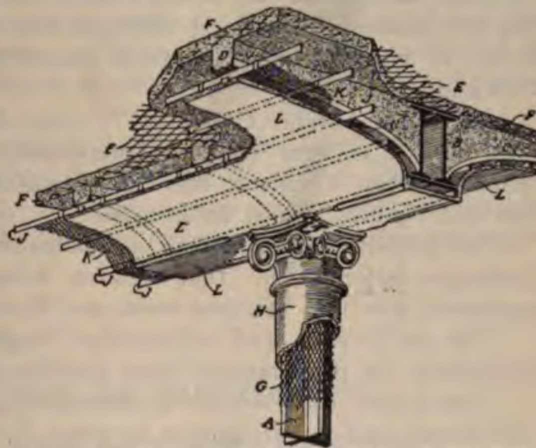


Abb. 26. Fußboden, Decke und Säulenumhüllung aus Beton mit Streckmetalleinlage. Von Schüchtermann & Kremer, Dortmund.

Größere Fabriken sollen (nach der Polizeiverordnung des Regierungspräsidenten zu Oppeln) möglichst alle 25 m, ausnahmsweise alle 50 m eine Brandmauer erhalten, wenn brennbare Stoffe verarbeitet werden. Die Treppen sollen in gesonderten Räumen mit massiven Wänden, unverbrennlichen, in Falze schlagenden und sich selbsttätig schließenden Türen liegen und selber unverbrennlich sein.

Die Breite der Treppen soll für 100 Personen 1,20 m und für jede weitere 100 0,75 m mehr betragen. Wendeltreppen erhalten die doppelte Breite. Bei drei- und mehrgeschossigen Fabriken sind mindestens zwei Treppen anzulegen. In höchstens 20 m Entfernung muß von jedem Platze des Fabrikgebäudes aus eine Treppe erreichbar sein, desgleichen im Erdgeschoß eine Ausgangstür, die ins Freie führt.

Die Türbreite soll mindestens 1,2 m betragen. Die Decken sollen feuersicher hergestellt werden; hölzerne sind zu berohren und zu verputzen. Ausnahmen gelten nur für Speicher u. dergl., wo wenig Menschen sich aufhalten und keine leicht brennbaren Stoffe lagern. Fenster dürfen nur im Erdgeschoß vergittert sein; in den oberen sollen sie wenigstens je einen so großen, leicht zu öffnenden Flügel erhalten, daß bei Gefahr ein Mensch hindurchsteigen kann. Trockenräume für brennbare Stoffe in Fabriken sollen nur durch Dampf, heißes Wasser oder erwärmte Luft geheizt werden. Die Beleuchtung soll durch Elektrizität oder durch Fenster von außen erfolgen. Eiserne Öfen und Heizrohre sind durch Drahtgeflechte von den zu trocknenden Stoffen zu trennen, sind letztere in staubförmigem Zustande, durch Blechmäntel.

Brennbare Abfälle, Putzlappen u. dergl. müssen bald, wenigstens jeden Abend, entfernt oder in feuersicheren Behältern aufbewahrt werden. Offene Flammen sind mit Drahtnetzen zu umgeben und oben mit Schutzschirmen zu versehen.

Bei größerer Gefährlichkeit des Betriebes sind Notausgänge und Nottreppen erforderlich. Die letzteren können außen am Gebäude angebracht sein und bestehen meist aus Eisen.

Für die Treppen sind balkonartige Umgänge sehr gut, bei deren Anwendung die Brandmauern nicht durchbrochen werden.

Jede Fabrik ist mit einer Notbeleuchtung zu versehen. Bei Gasbeleuchtung muß der Gasmesser in einem feuersicheren Raum untergebracht sein.

Für größere Fabriken sind Feuermelder, Nachtwachen und Wächterkontrolluhren einzurichten. Die Fabrik ist zweckmäßig telegraphisch mit der Feuerwehr in Verbindung zu setzen. Abgelegene größere Fabriken erhalten ihre eigene Feuerwehr, die mit den nötigen Löschgeräten und Spritzen auszurüsten ist.

In allen Fabriken sollen an geeigneten Stellen Wasserhähne, Wassereimer (von Hanf oder Leder), sowie Spritzenschläuche zur schnellen Unterdrückung eines Brandes bereit sein. Das Wasserzuleitungsrohr befindet sich frostfrei, möglichst am Umfang des Gebäudes, von wo die Verteilungsrohre nach dem Inneren gehen. Ist eine Wasserleitung nicht vorhanden, so sind an höchstgelegenen, frostfreien Stellen Wasserbehälter aufzustellen. Feuerhähne sind auch möglichst auf den Treppenpodesten anzubringen. — Schlauchverbindungen und Schläuche wählt man gleich denen der betreffenden Ortsfeuerwehr. Die Schläuche werden in Schränken aufgerollt, durch eine Scheibe sichtbar aufbewahrt. — Bei Vorhandensein von Dampfkraft können Dampfpumpen und Dampfstrahlapparate Verwendung finden (Gebr. Körting, Hannover).

Selbsttätige Feuermelder werden durch die Ausdehnung eines

Metalls in der Wärme, durch Schmelzen von Wachs oder einer Metalllegierung in Tätigkeit versetzt (Richard Schwartzkopff, Berlin, Oskar Schöppe, Leipzig, M. Heeren).

Von selbsttätigen Feuerlöscheinrichtungen haben sich die Grinnellbrausen namentlich in Amerika gut bewährt, die bei einer Hitze von 70° in Tätigkeit treten und eine Fläche von 9 qm bespritzen.

Für weite Anlagen wendet man Hydranten, des leichteren Auffindens wegen am besten Überflurhydranten, an.

Sogenannte Löschdosen, Löschkapseln, Extinkteure u. dergl. haben wenig Wert. Dagegen kann Dampf beim Löschen in geschlossenen Räumen wie Staubkammern u. dergl. in Baumwollspinnereien gute Dienste tun. — Für Räume, in denen Explosionsgefahr vorhanden ist, und die daher nicht betreten werden dürfen, ist das Streumundstück von Voigt sehr geeignet.

Alle Notausgänge müssen durch deutliche Aufschriften kenntlich sein; die Feuerlöschgeräte dürfen nicht für andere Zwecke benutzt werden, und schließlich ist durch streng durchzuführende Betriebsvorschriften der Entstehung einer Feuersgefahr kräftig vorzubeugen.

G. Entwurf der Fabrikgebäude.

1. Umbau eines bestehenden Gebäudes.

Nachdem wir im vorigen Abschnitt die hauptsächlichsten, beim Bau von Fabriken in Frage kommenden Konstruktionen besprochen haben, sollen im gegenwärtigen diejenigen Gesichtspunkte näher erörtert werden, welche auf den Entwurf einer Fabrikanlage von Einfluß sind.

Ehe man an den eigentlichen Entwurf gehen kann, wird man eine Reihe von Vorfragen zu beantworten haben. Die wichtigsten davon sind, ob die Anlage als Neubau oder als Umbau vorhandener Gebäude auszuführen ist, ob man einen Massivbau oder einen Fachwerksbau wählt, ob man ein Gebäude oder mehrere oder Haupt- und Nebengebäude errichtet, und ob die Gebäude eingeschossig oder mehrgeschossig werden sollen.

Was einen Umbau eines bestehenden Gebäudes anbetrifft, so wird hier wie in den anderen Fällen zunächst der Zweck der Anlage, der bauliche Zustand, die Einrichtung und die Größenverhältnisse des in Frage stehenden Gebäudes eine Rolle spielen. Nur wenn dieser Zustand noch ein guter ist, der eine lange Dauer gewährleistet, und wenn durch die zu treffenden baulichen Veränderungen ohne zu nennenswerte Kosten das vorhandene Gebäude so umgewandelt werden

kann, daß es nach dem Umbau wirklich seinem Zwecke vollkommen entspricht, lasse man sich auf einen Umbau ein. Dagegen wird es richtig sein, das vorhandene Gebäude auf Abbruch zu verkaufen oder selbst abzubrechen und das gewonnene Material zu veräußern oder vielleicht wenigstens teilweise beim Neubau wieder zu verwerten, wenn trotz der Umänderungskosten keine dem Zweck entsprechende Anlage geschaffen werden kann, wenn dauernd unbequeme und lange Transporte der Rohstoffe oder Halbfabrikate, ungünstige Aufstellung der Arbeitsmaschinen, schlechte Übersichtlichkeit und mangelhafte Beleuchtung u. dergl. dem Umbau anhaften oder der bauliche Zustand baldige größere Ausgaben für Instandhaltung oder Ausbesserung voraussehen läßt. Solche Mängel wiegen die augenblicklichen Ersparnisse oft schon nach kurzer Zeit reichlich auf.

2. Massivbau und Fachwerksbau.

In bezug auf die Ausführungsart hat man zu unterscheiden zwischen massiven, feuersicheren, halbmassiven, schwer brennbaren und leicht brennbaren oder Holzfachwerksbauten. Letztere wird man nur für vorübergehende oder untergeordnete Zwecke wählen, für provisorische Anlagen, Schuppen u. dergl., für kleine Ausführungen und dort, wo eine Feuersgefahr nicht vorhanden ist.

Die sogenannten langsam brennenden Konstruktionen eignen sich für sehr viele Zwecke. Sie werden mit Vorteil überall dort angewandt, wo keine leicht brennbaren Stoffe aufgehäuft sind, wo ein Nachtbetrieb nicht stattfindet u. dergl., z. B. für Wohnräume, für Bureaus und Zeichensäle, für Speicher und Lagerräume. Die Wände dieser Gebäude werden zweckmäßig aus Ziegelmauerwerk hergestellt, während Decken und Dachkonstruktionen aus Holz bestehen. Möglichsten Schutz gegen Feuersgefahr sucht man durch Verputz der geschalten und berohrten Unterflächen der Decken, Treppen und Dächer, durch Bekleidung mit Gipsdielen, Monier- und Rabitzgeweben mit Putz, mit Korkplatten, Kunsttuffsteinen usw. zu erreichen.

Die vorzüglichsten Ausführungen für Fabrikgebäude sind die vollkommen feuersicheren aus massiven Wänden, Decken aus Beton u. dergl. und eisernen Stützen und Deckenträgern, die überall feuersicher umhüllt werden. Am zweckmäßigsten sind Anlagen, die in allen Teilen aus Eisenbeton hergestellt sind, sowohl in den Wänden wie in den Stützen, Decken und in der Dachkonstruktion. Solche Bauwerke haben sich bei Bränden dermaßen gut bewährt, daß sie nicht nur ein ausbrechendes Feuer auf seinen Herd beschränkten, sondern auch nachher ohne weiteres wieder in Benutzung genommen werden konnten, nachdem erneute Belastungsproben der Decken beispielsweise erwiesen hatten, daß sie an ihrer Festigkeit und Trag-

fähigkeit trotz der hohen Temperatur, der sie ausgesetzt gewesen waren, nichts eingebüßt hatten. Außer der Feuersicherheit der Eisenbetonbauten ist deren hohe Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Reinlichkeit, sowie die Billigkeit ihrer Unterhaltung besonders hervorzuheben.



Abb. 27. Lagerhaus in Straßburg. Von Wayß & Freytag, Neustadt a. d. Haardt.



Abb. 28. Lagerhaus in Straßburg während des Baues. Von Wayß & Freytag, Neustadt a. d. Haardt.

Abbildungen 27 und 28 zeigen das von Wayß & Freytag, Neustadt a. d. Haardt, ausgeführte Lagerhaus in Straßburg. Stützen, Decken und Dach sind aus Eisenbeton, während die Umfassungswände nachträglich vorgemauert wurden.

Gebäude in „langsam brennender“ Bauweise werden oft im Kellergeschoß und auch wohl im Erdgeschoß feuersicher hergestellt durch

Anwendung gewölbter Decken u. dergl., um in diesen Geschossen etwa als Lagerräume für leicht brennbare Stoffe zu dienen.

Für Errichtung von Schuppen, Hallen u. dergl. findet auch der Bau ganz in Eisen vielfach Verwendung, wobei die Wände mit Wellblech bekleidet werden und oft das Bogendach aus bombiertem Wellblech hergestellt wird. Solche Gebäude lassen sich auch leicht nachträglich versetzen und gewähren eine große Sicherheit gegen Diebstahl.

Die geringeren Herstellungskosten nichtmassiver Bauwerke werden zum Teil aufgehoben durch die höheren Feuerversicherungsprämien, durch die geringere Dauer und durch die größeren Unterhaltungskosten.

Für feuergefährliche Betriebe oder leicht brennbaren Inhalt bilden die feuersicheren, massiven Konstruktionen die einzig richtige Bauweise. Ein fester, massiver Bau wird vielfach schon durch den Betrieb, durch die zur Verwendung kommenden Arbeitsmaschinen sowie durch die sichere Anbringung der Betriebsleitungen bedingt.

3. Ein Gebäude oder mehrere, Haupt- und Nebengebäude.

Ob ein Gebäude, mehrere Gebäude oder Haupt- und Nebengebäude zu errichten sind, hängt von verschiedenen Umständen ab, z. B. vom Umfang und Zweck der Anlage. Kleinere Anlagen werden zur Ersparung weiter Transporte, zur Erhöhung der Übersichtlichkeit u. dergl. besser in einem einzigen Gebäude untergebracht, namentlich, wenn nur eine Arbeit vorwiegend zu verrichten ist und die Aufstellung einer Menge gleichartiger Arbeitsmaschinen stattfindet (Musterbeispiel 3).

Große Betriebe, namentlich solche mit vielseitigen, verschiedenen Arbeitsvorgängen, wie z. B. große Maschinenfabriken, werden dagegen besser in verschiedenen Gebäuden untergebracht, wobei den einzelnen Arbeitsprozessen getrennte Räume zugewiesen werden, wie z. B. in den Gießereien, Schmieden, Schlossereien, Tischlereien usw. (Musterbeispiel 1).

In besonderen Gebäuden wird man namentlich alle solche Räume unterbringen, in denen leicht brennbare Stoffe lagern (Baumwolllager im Musterbeispiel 6, Tafel V u. VI) oder feuergefährliche oder explosionsgefährliche Verrichtungen vorgenommen werden. Desgleichen wird man Verrichtungen, welche durch Erzeugung von Staub oder Gasen besonders gesundheitsschädlich sind oder auf andere Waren oder Fabrikate verderblich einwirken können, zweckmäßig in besondere, alleinstehende Gebäude verlegen.

Außerdem erhalten oft ein besonderes Gebäude: Maschinen- und Kesselhäuser in Verbindung mit Reparaturwerkstätten, Kohlenschuppen, Verwaltungsräume, Räume für Arbeiterwohlfahrt, wie Speiseräume,

Küchen, Kleiderablagen und Baderäume, größere Abortanlagen, Portierlogen verbunden mit Portierwohnung, Krankenzimmer und Übernachtungslokalen, Beamten- und Arbeiterwohnungen, Spritzenräume, Packereien und Verladeräume, Ställe und Wagenremisen u. dergl.

4. Eingeschossige oder mehrgeschossige Gebäude.

Von besonderer Wichtigkeit ist ferner die Frage, ob eingeschossige oder mehrgeschossige Gebäude zur Ausführung gelangen sollen, wobei auch die Größe des zur Verfügung stehenden Bauplatzes eine große Rolle spielt.

Man kann im allgemeinen unterscheiden: Geschoßbauten, die in den unteren Stockwerken durch Seitenlicht, im obersten auch durch Oberlicht beleuchtet werden, Erdgeschoßbauten, die entweder durch Seitenlicht oder durch Oberlicht beleuchtet werden, und Bauten, die aus einer höheren Mittelhalle mit niedrigeren Seitenhallen bestehen und in diesen Seitenhallen zuweilen obere Galerien enthalten.

Gebäude mit mehreren Stockwerken bedingen eine langgestreckte Bauart von verhältnismäßig geringer Tiefe mit hohen und breiten Fenstern, damit auch die inneren Teile der Räume genügend beleuchtet werden. Die Längsachse solcher Gebäude soll von Osten nach Westen gerichtet sein. Da diese Gebäude eine geringe Bodenfläche beanspruchen, sind sie besonders bei teuren Grundpreisen am Platze. Sie erfordern wegen der höheren Belastung einen tragfähigen Baugrund. Die Fundamentsohle erstreckt sich zur besseren Druckverteilung dann oft über den ganzen Gebäudegrundriß (Abb. 29). Schon zur größeren Sicherheit der in den oberen Stockwerken beschäftigten Arbeiter sind sie im allgemeinen massiv und feuersicher auszuführen, dann auch zur sicheren Aufstellung von Maschinen, und um weitgespannte Decken mit möglichst wenig, die Verfügung über den Raum beeinträchtigenden Säulen anwenden zu können, wie es z. B. die Eisenbetondecken von Hennebique, Monier und Koenen gewähren. Mehrgeschossige Gebäude sind im allge-

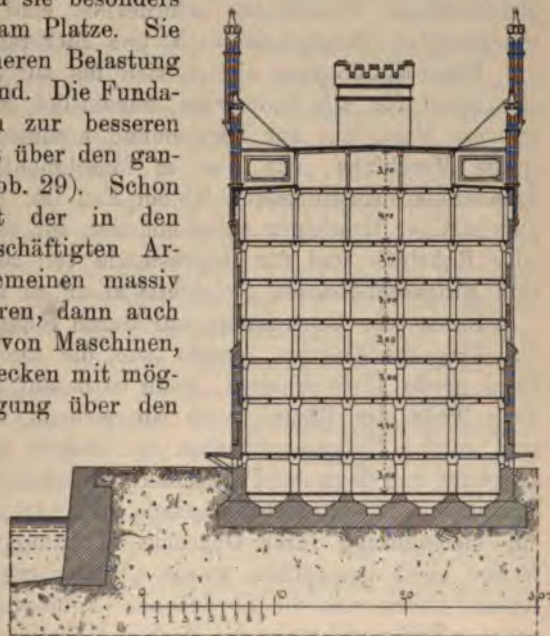


Abb. 29. Querschnitt vom Lagerhaus in Straßburg

meinen leichter zu heizen und zu lüften und eignen sich daher b sonders für Stuhlarbeiter. Auch der Antrieb der Transmissionen un Maschinen gestaltet sich hier unter Umständen billiger und einfach als bei weit ausgedehnten Erdgeschoßbauten. Dagegen wird allgemei der senkrecht gehende Transport der Rohstoffe und Fabrikate teur und umständlicher als der horizontale Transport bei Bauwerken, d nur aus einem Erdgeschoß bestehen. Die Übersichtlichkeit und Ko trolle ist in mehrgeschossigen Bauwerken vermindert und erschwe Dieselben werden sich besonders für solche Anlagen eignen, bei den die auszuführenden Arbeiten in verschiedene Einzelprozesse zerfalle so daß die einzelnen Geschosse verschiedenen Zwecken dienen könne Schwere Maschinen, die fester, sicherer Fundamente zu ihrer Au stellung bedürfen, können nur im Erdgeschoß aufgestellt werde während in den oberen Geschossen nur leichtere Maschinen zur Ve wendung gelangen können. Auch können diese oberen Stockwerl als Lagerräume, Bureaus, Musterlager u. dergl. Verwendung finden.

Gewisse Fabrikanlagen werden den Stockwerksbau ihrer Nat nach geradezu erfordern, teils weil die aus Flüssigkeiten, Körner Mehl u. dergl. bestehenden Stoffe auf diese Weise den verschieden Apparaten, die in den einzelnen Stockwerken untereinander aufgestel werden, am einfachsten und billigsten zugeführt werden, teils we hochgelegene, gut gelüftete ebenso wie tiefgelegene, kühle Räume m gleichmäßiger Temperatur erforderlich sind, wie dies z. B. bei G treidemühlen (Musterbeispiel 3) und Bierbrauereien der Fall ist.

Erdgeschoßbauten eignen sich bis auf Ausnahmen wie die ebe erwähnten für alle Industrien, namentlich für solche, in denen se schwere Maschinen zur Verwendung kommen oder sehr viele gleic artige Maschinen, wie dies in Maschinenfabriken, Webereien un Spinnereien (Musterbeispiel 6) der Fall ist. Für Aufstellung sehr u gleichartiger Maschinen nebeneinander, für sehr schwere Arbeitsstüc oder Rohstoffe und für Gegenstände von sehr großen Abmessung sind Erdgeschoßbauten gleichfalls allein zu wählen.

Findet die Beleuchtung nur durch Seitenfenster statt, so könn die Erdgeschoßbauten ebenso wie die mehrgeschossigen Bauwerl keine große Tiefe erhalten, wenn es darauf ankommt, auch die mit leren Teile der Räume noch ausreichend zu beleuchten. Zuweil sind solche Erdgeschoßbauten an andere mehrgeschossige Gebäu angebaut und dann mit Pultdächern bedeckt. Sind Räume mit größer Breiten als 15—20 m erforderlich, so findet außer durch Seitenfenst eine Beleuchtung durch Oberlicht in mannigfaltiger Weise statt, w weiter oben besprochen wurde (Musterbeispiel 5). Für sehr wei Räume haben sich die Sheddächer (Spinnsaal Tafel V und VI) und neuerer Zeit noch mehr die flachen Holzzementdächer mit querlaufe den, kleinen, sattelförmig angeordneten Oberlichtern bestens bewäh

(Musterbeispiel 1, Abb. 3; Tafel I, Abb. 2, 3, 4; Tafel II, Abb. 2 und 3).

Bei Sheddächern gestaltet sich die Grundrißform mehr oder weniger quadratisch. Die Beleuchtung wird eine höchst gleichmäßige. Die Spannweiten richten sich nach der Benutzung der Räume, nach der Größe der aufzustellenden Arbeitsmaschinen, nach den Säulenstellungen, die wiederum von der Lage der Transmissionen abhängig sind. Zur Zusammenhaltung der Wärme werden die zuweilen aus Holz konstruierten Dächer unten verschalt und verputzt, mit Gipsdielen, Monier- oder Rabitzgeweben, mit Korkplatten oder dergl. überdeckt, so daß die ganze Bauart, wenn auch die Säulen und Träger eine derartige Ummantelung erhalten, in gewissem Sinne feuersicher wird. Bei Sheddachanlagen ist der Beseitigung des Regenwassers und Schnees große Aufmerksamkeit zu widmen, die vielen Dachrinnen erhöhen bei der Anlage und Unterhaltung die Kosten. Diese Übelstände fallen bei den mit sattelartigen Oberlichtern versehenen Holzzementdächern (Léquin-Bronner Shed) fort. Dieselben sind oft mit doppelten Verglasungen versehen und haben heute die weiteste Verbreitung erhalten. Im Sommer erhalten sie zum Schutz gegen zu große Wärmewirkung des direkt einfallenden Lichtes einen Anstrich mit Kalkmilch. Sie geben ein gleichmäßiges, schattenloses Licht. Die Lage der Gebäude ist hier von der Himmelsrichtung unabhängig. (Verschiedene Gebäude von Musterbeispiel 1.)

Auch für Gebäude mit hohem Mittelschiff und niedrigeren Seitenhallen ist diese Oberlichtanordnung viel in Anwendung. Oft wird für die Mittelhalle das Licht auch durch die Seitenwände zwischen dem Hauptdach und den Dächern der Seitenhallen zugeführt, ebenso durch besondere Laternenaufsätze. Auch leichte Bogendächer aus Wellblech u. dergl. finden für die Mittelhallen viel Verwendung. Derartige Gebäude sind für Gießereien und Maschinenfabriken sehr praktisch. Die Mittelhalle dient dann als Montierungsraum oder als Gießhalle. Hier sind an den Säulenreihen entlang die Laufschienen für die Brückenkräne angebracht. Bei Maschinenfabriken finden im Erdgeschoß der Seitenhallen die schweren Arbeitsmaschinen Aufstellung, während in den Seitengalerien die Räume mit leichteren Maschinen, wie z. B. Schlossereien u. dergl., Modell- und Ausstellungsräume untergebracht werden (Abb. 2, 4 und 5 auf Tafel I). In Gießereien wird ein Seitenschiff zur Aufstellung der Kupolöfen benutzt. Auf der Galerie befinden sich die Beschickungsräume, Lagerräume für Rohmaterialien u. dergl. Dieselben sind durch Aufzüge oder zweckmäßig durch Gichtbrücken von den in Galeriehöhe gelegenen Lagerplätzen aus zugänglich (Tafel II).

5. Größen- und Höhenverhältnisse.

Die Größen- und Höhenverhältnisse richten sich überall nach dem Zweck der einzelnen Räume und Gebäude, nach der Größe und dem Umfang des Betriebes, nach den zur Verwendung kommenden Maschinen unter Berücksichtigung des notwendigen Raums für die Arbeiter, für Bedienung der Maschinen, für Verkehrsgänge und für Lagerplätze für Rohstoffe und Halbfabrikate.

Aus Gesundheitsrücksichten für die Arbeiter wird stets eine angemessene Höhe wünschenswert und erforderlich sein, damit überall gute und reine Luft in genügender Menge vorhanden ist. Besonders werden Räume, in denen Staub und üble Gase oder Dämpfe erzeugt werden, eine reichliche Höhe erhalten müssen. Im allgemeinen aber werden durch zu große Höhen die Kosten unnütz beträchtlich gesteigert, und lassen solche Räume sich im Winter schlecht heizen, was namentlich dann für die Arbeiter gesundheitsschädlich ist, wenn dieselben ihre Arbeit sitzend oder auf einem Platze stehend zu verrichten haben. Größere Höhen werden hingegen dort angebracht sein, wo die Arbeiter sich mehr zu bewegen haben.

Für gewisse Gewerbe bestehen gesetzliche Vorschriften über die Höhe der Räume, sowie über die Größe des auf jeden Arbeiter entfallenden Luftraums. So ist z. B. für Anfertigung von Zündhölzern aus weißem Phosphor für die Räume zum Zubereiten der Zündmasse, zum Betunken der Hölzer usw. eine Mindesthöhe von 5 m und ein geringster Luftraum pro Arbeiter von 10 cbm vorgeschrieben. Für Zigarrenfabriken wird eine Höhe der Arbeitsräume von mindestens 3 m und für jeden beschäftigten Arbeiter ein Luftraum von wenigstens 7 cbm gefordert. Bei geringerer Höhe soll der Luftraum ein entsprechend größerer sein. — Von der Königlichen Regierung zu Trier wurde bestimmt: „Die Höhe der Arbeitsräume darf in der Regel nicht unter 3,5 m betragen, und es wird überall da, wo eine erheblichere Anzahl von Arbeitern beschäftigt ist, oder wo sich bei der Arbeit Staub, üble Ausdünstungen u. dergl. entwickeln, von vornherein auf eine Höhe von 4 m zu halten sein. Für große Arbeitssäle, z. B. Spinnereien, Webereien, Druckereien usw., wird je nach Umständen eine lichte Höhe bis zu 5 m und mehr gefordert werden müssen.“

Nach dem Handbuch der praktischen Gewerbehygiene sollte jedem Arbeiter mindestens ein Arbeitsraum von 2 qm Grundfläche gewährt werden.

6. Anordnung der Türen und Tore.

Die Konstruktion der Türen und Tore wurde im vorigen Abschnitt besprochen. Bei Aufstellung des Entwurfs ist darauf zu

achten, daß sie eine für den Verkehr möglichst günstige Lage erhalten, und daß der Betrieb durch sie keine Störung erfährt. Für jede Fabrik sollte nur ein Haupteingang vorhanden sein, so daß durch den Pförtner der ganze Verkehr nach und von der Fabrik überwacht werden kann. Neben dem Haupteingang befindet sich das Pförtnerzimmer. Wird der Haupteingang durch ein Tor gebildet, so wird neben demselben bei größeren Anlagen ein besonderes Pförtnerhaus errichtet, welches außer der Pförtnerwohnung noch andere Räume, wie Krankenzimmer, Übernachtungslokale u. dergl. enthalten kann (Musterbeispiel 1).

Vom Haupteingang aus sollen alle Arbeiter möglichst unmittelbar Treppen, Gänge und die Türen ihrer Arbeitssäle erreichen können. Es muß vermieden werden, daß sie andere Arbeitsstätten durchschreiten müssen. Die Haupttüren müssen nach außen aufschlagen. Türen nach den Treppenhäusern und in Brandmauern sollen feuersicher sein. Alle Haupttüren sollen eine genügende Weite von etwa mindestens 1,2 m erhalten. Sie müssen für größere Anlagen so angeordnet sein, daß bei Gefahren die Arbeiter auf möglichst kurzen Wegen ins Freie bezw. nach den Treppen gelangen. Zu diesem Zwecke wird für größere Säle der Haupteingang nach der Mitte der Längsseite oder an die Ecken verlegt. Für sehr große Säle sind mehrere Ein- und Ausgänge und Haupttreppen für die oberen Geschosse vorzusehen. Für Feuersgefahr u. dergl. sind außerdem unmittelbar ins Freie führende Notausgänge oder Türen, die zu Neben- und Nottreppen führen, anzulegen.

Mehrere in einen Raum mündende Türen dürfen nie eine solche gegenseitige Lage erhalten, daß durch dieselben Zug erzeugt wird.

7. Anordnung der Fenster.

Die Anordnung der Fenster ist sehr abhängig von der Menge Licht, die für die einzelnen Arbeiten erforderlich ist. Die beste Beleuchtung wird sich immer durch Oberlicht herstellen lassen. Bei Geschoßbauten richtet sich die Fenstergröße auch sehr nach der Gebäudetiefe. Ist letztere bedeutend, so werden die Fenster sehr hoch und breit gemacht. Es bleiben dann oft nur verhältnismäßig schmale Pfeiler zwischen ihnen übrig, die man in Zementmörtel ausführt, oft aus Werkstein, oder innen oder außen mit Vorlagen versieht, um ihre Tragfähigkeit zu erhöhen. Auch Eisenfachwerk erlaubt die Anbringung sehr großer Fensterflächen. Am vorzüglichsten ist für diese Fälle aber auch wieder die Herstellung in Eisenbeton geeignet. Diese Bauweise ist für eine gute Beleuchtung auch deshalb sehr geeignet, weil sich in derselben Decken von großer Spannweite mit wenig nach unten vortretenden Trägern und Unterzügen und wenig Säulen

herstellen lassen, so daß der Einfall des Lichtes durch diese Bauteile wenig beeinträchtigt wird (Musterbeispiel 5).

Lage und Größe der Fenster sowie Stellung der Säulen hängen durchaus von der Art des Betriebes sowie von der Größe und Bedienung der zur Verwendung kommenden Arbeitsmaschinen ab. Die Fensterflächen und die Aufstellung der Maschinen müssen eine derartige Lage haben, daß das meiste Licht uneingeschränkt dorthin fällt, wo es am meisten gebraucht wird.

8. Stellung der Säulen.

Die Stellung der Säulen soll so sein, daß sie weder für Lichteinfall, noch für Bedienung der Maschinen oder für den Verkehr störend werden. Für ihre Anordnung ist auch oftmals die Lage der Betriebsleitungen maßgebend, da diese häufig durch Konsolen, die an den Säulen befestigt werden, zu unterstützen sind.

9. Anordnung der Treppen, Aufzüge und Aborte.

Die Treppen dienen besonders dem Verkehr, der sich auf ihnen möglichst bequem vollziehen soll, dann aber vornehmlich dem schnellen Rückzug der Arbeiter bei Feuersgefahr sowie dem Vordringen der Löschmannschaften. Man unterscheidet Haupt- und Nebentreppen. Letztere dienen nur dem schnellen Verkehr zwischen einzelnen Geschossen und Räumen und können gegebenenfalls als Nottreppen benutzt werden. Um ihren Zweck in vollkommenem Maße erfüllen zu können, werden Haupttreppen in einem besonderen, feuersicheren und rauchfreien Treppenhause angeordnet, das am besten an das Gebäude angebaut ist (siehe Abb. 9). Um bei sehr feuergefährlichen Betrieben ein Verqualmen des Treppenhauses gänzlich auszuschließen, bringt man es mit dem Hauptgebäude nur durch offene, balkonartige Umgänge in Verbindung. Man legt in solchen Fällen das Treppenhaus auch ganz isoliert an und verbindet es mit dem Fabrikgebäude durch kleine Laufbrücken.

Von Holztreppen, die auf der Unterseite zu verschalen und zu verputzen sind, sind stets zwei anzulegen. — Auch von massiven, feuersicheren Treppen sind zwei oder bei sehr großen Anlagen noch mehr anzulegen, wenn bei drei- und mehrgeschossigen Gebäuden die Anzahl der in einem oberen Geschoß beschäftigten Arbeiter mehr als 40 beträgt oder die Länge des Gebäudes 50 m überschreitet. Zweckmäßig sind eiserne Nottreppen am Äußeren der Gebäude mit Podesten an einzelnen Fenstern. Letztere sind zum Hinaussteigen mit genügend großen, leicht zu öffnenden Flügeln zu versehen. Auch Steigleitern und Steigeisen werden für Rettungszwecke am Gebäude-

äußeren angebracht, sind aber natürlich nicht so zweckdienlich und namentlich für weibliche Personen nicht ungefährlich.

Im Inneren des Gebäudes untergebrachte Treppenhäuser sind oft für die Transmissionen störend. Man findet sie häufiger bei kleineren Anlagen.

In den Treppenanbauten sind zuweilen auch Aufzüge, Aborte, Schreibstuben u. dergl. untergebracht. Nach dem Schacht für den Aufzug muß der Treppenraum vollständig abgesperrt sein. Die Aborte erhalten besondere Vorräume, die namentlich dann von den Treppenpodesten aus zugänglich gemacht werden können, wenn sich nach Maßgabe der in den einzelnen Stockwerken beschäftigten Personen in dem einen Stockwerk nur Aborte für männliche, in dem andern nur solche für weibliche Arbeiter befinden. Machen sich dagegen Aborte sowohl für männliche als für weibliche Personen in demselben Stockwerk erforderlich, so verlegt man die getrennten Eingänge zu den Abortvorräumen besser nach dem Saal an recht sichtbare Stellen, da auf diese Weise einem etwaigen Unfug besser vorgebeugt wird (Musterbeispiel 6).

Ist ein Aufzug im Treppenhause untergebracht, so besteht die Treppe meist aus drei Läufen mit zwei Eckpodesten. Die Warenbeförderung ist von dem Verkehr der Arbeiter sicher abzusperren, so daß für letztere aus dem ersteren keine Gefahr erwächst. Beide Anlagen müssen so gelegen sein, daß keine Störungen für den Betrieb in den Arbeitssälen, sowie für die Bedienung der Maschinen aus dieser Lage erwachsen.

Die Fenster im Treppenhause legt man zweckmäßig in die Höhe der Podeste (Abb. 9 u. 10). Als Anbauten werden die Treppenhäuser oft turmartig ausgebaut. Sie können viel zur Belebung einer eintönigen Fassade beitragen. Im Dachgeschoß können zweckmäßig Wasserbehälter untergebracht werden.

Alle Treppen, sowie sämtliche dem Verkehr dienenden Gänge, Vorplätze usw. müssen eine gute Beleuchtung auch des Abends oder Nachts erhalten. Sie dürfen nie zur Ablagerung von Stoffen benutzt werden (Abb. 13 vom Musterbeispiel 3). Beförderungswege trennt man möglichst von den gewöhnlichen Verkehrswegen für die Arbeiter.

10. Anordnung der Beleuchtungs- und Heizungsanlagen.

Beleuchtungs- und Heizungsanlagen ist ebenfalls große Aufmerksamkeit zuzuwenden, namentlich, wo es sich um feuergefährliche Stoffe, um Trockenkammern u. dergl. handelt. Als Beleuchtung für solche Räume ist entweder elektrisches Glühlicht anzuwenden, oder man beleuchtet die Räume durch Fenster von außen. Ebenso

sollen die Feuerungen für Trockenanlagen von außen her stattfinden. Elektrische Leitungen müssen so verlegt werden, daß sie möglichst sichtbar und leicht und schnell zugänglich sind. Sie dürfen nicht durch Schränke, Maschinen u. dergl. verstellt und verdeckt werden.

11. Anschlußgeleise, Straßen, Lade- und Lagerplätze.

Für große Anlagen mit Verkehr von großen Gütermassen ist der Anschluß an eine Eisenbahn durchaus wünschenswert (Musterbeispiel 1 u. 2 und Abb. 29). Es sind dann mindestens zwei Geleise anzulegen, eins für ankommende Güter und eins für abzusendende. Das erstere muß zu den Schuppen oder Lagerhäusern für Rohstoffe, nach der Reparaturwerkstatt und nach dem in unmittelbarer Nähe des Kesselhauses gelegenen Kohlenschuppen führen, das andere geht von dem Lagerraum für fertige Waren, in Maschinenfabriken von der Montierungshalle aus.

Sind mehrere Gebäude vorhanden, so müssen dieselben eine solche gegenseitige Lage erhalten, daß die Rohstoffe alle einzelnen Arbeitsräume auf möglichst kurzem Wege durchwandern können. Es sind also weite Transporte möglichst zu vermeiden, dabei müssen jedoch sowohl die weiter oben erwähnten gesetzlichen Vorschriften über den gegenseitigen Abstand der Gebäude innegehalten werden, als auch für den Verkehr genügend breite Gänge oder Straßen, sowie hinreichend große Lade-, Wende- und Lagerplätze freizulassen sind.

12. Darstellung der Grundrisse, Schnitte und Ansichten.

Unter Berücksichtigung der in diesem Abschnitt berührten Gesichtspunkte werden nun die einzelnen Gebäude entworfen, in Grundrissen, Schnitten und Ansichten dargestellt und in den Lageplan eingetragen. Schnitte und Grundrisse sind mit solchen Farben anzulegen, daß der gewählte Baustoff daraus hervorgeht. Alle notwendigen Maße, sowie alle Stärken der Mauern, Träger, Balken, Säulen, Gewölbe u. dergl. sind einzuschreiben. Diese Zeichnungen müssen den Vorschriften der Ortsbaupolizei in allen Beziehungen genügen und für die spätere Ausführung jeden Zweifel in bezug auf Baustoffe, Stärken u. dergl. ausschließen. Sie werden meist im Maßstab 1:100 dargestellt. Für verwickeltere Konstruktionen sind Teilzeichnungen in größerem Maßstab erforderlich. Für alle wichtigen Teile wie Träger, Decken, Säulen, Dachkonstruktionen, Fabrikschornsteine u. dergl. ist die Standsicherheit und Haltbarkeit der gewählten Konstruktionen und Stärken durch *eine* statische Berechnung nachzuweisen.

13. Einfriedigungen und Lagepläne.

Schließlich ist für das Ganze eine Einfriedigung vorzusehen, die vor allem Sicherheit gegen Einbruch bilden muß und geeignet sein soll, alle Unberufenen von der Fabrikanlage fernzuhalten. Diese sowie die Leitungen der verschiedensten Art für Wasser, Gas, Kanalisation, etwaige Brunnen, Behälter für Asche oder Abfälle, Wege, Straßen, Laderampen usw. sind gleichfalls zu entwerfen und in den Lageplan einzuzeichnen.

14. Erläuterungsbericht.

Ein Erläuterungsbericht hat über Bauart und Betrieb des Ganzen sowie der einzelnen Teile genaue Auskunft zu geben, sowie alle diejenigen Verhältnisse klarzulegen, welche nicht unmittelbar aus den Zeichnungen hervorgehen.

Die für die Baugenehmigung erforderlichen Vorlagen sind in der Regel doppelt (in Berlin dreifach) einzureichen. Bei Bauten in einem Festungsrayon ist außerdem eine Ausfertigung der Vorlagen für die Kommandantur zu liefern. Jede Vorlage ist von dem Bauherrn sowie von dem verantwortlichen Leiter des Baues zu unterzeichnen.

H. Kosten.

1. Kostenüberschlag.

Zu einer beabsichtigten Bauausführung ist zunächst eine Entwurfsskizze im Maßstab 1:200 oder noch kleiner und ein allgemeiner Kostenanschlag oder Kostenüberschlag aufzustellen. Erst wenn diese von dem Bauherrn genehmigt sind, nachdem etwa notwendige Änderungen vorgenommen, erfolgt die Aufstellung des ausführlichen Entwurfs und des ausführlichen, sich über alle Einzelheiten erstreckenden Kostenanschlags.

Der Kostenüberschlag bezweckt nur die Ermittelung der ungefähren Kosten. Er soll jedoch ebenso wie der spätere genaue Kostenanschlag für jedes Objekt besonders aufgestellt werden, wie auch für jeden Gegenstand (Hauptgebäude, Nebengebäude, Nebenanlagen, innere Ausstattung) ein besonderes Konto anzulegen ist.

Die überschlägliche Berechnung der Kosten kann auf verschiedene Weisen erfolgen. Hauptsächlich benutzt man Einheitspreise einmal für das Quadratmeter überbauter Grundfläche und dann für das Kubikmeter des Rauminhalts.

Bei Berechnung der bebauten Grundfläche sind die Abmessunge des Erdgeschosses zugrunde zu legen, wobei kleine und niedrige A bauten fortzulassen sind.

Bei Berechnung des Rauminhalts ist die bei der Flächenberec nung gewonnene Zahl mit der Höhe des Gebäudes von der Obe kante des Fundaments bis zur Oberkante der Umfassungsmauern z multiplizieren. Bei unterkellerten Gebäuden rechnet man die Höh von der Oberkante des Kellerfußbodens an. Die Kosten tiefer g führter Fundamente ebenso wie diejenigen künstlicher Gründunge sind von den Kosten des Gebäudes zu trennen und besonders in A satz zu bringen. Bei Festsetzung der Einheitspreise ist zu berück sichtigen, daß diese sowohl für die Baustoffe wie für die Arbeite bedeutenden Schwankungen nach Ort und Zeit unterworfen sind. Si lassen sich am besten durch Vergleich mit den Kosten in der Näh und in der jüngsten Vergangenheit ausgeführter Bauwerke von gleiche Art ermitteln.

Vielfach finden sogenannte summarische Kostenbestimmunge statt. Hierbei werden keine zeitraubenden Massenberechnungen au gestellt, sondern man berechnet alle Arbeiten, die aus gleichen Ba stoffen bestehen, nach Prozenten des Gebäudegrundrisses u. dergl.

Für gleich oder sehr ähnlich konstruierte Gebäude ergibt sic auch aus einer Reihe ausgeführter Bauwerke ein ungefährer Prozent satz, welcher auf die Einzelkosten für die Hauptbaustoffe und Haupt arbeiten von den Gesamtkosten entfällt. Nach diesen durch die E fahrung gegebenen Prozentsätzen lassen sich dann aus den Koste fertiger Gebäude leicht annähernd die Kosten eines neu zu errichten den ermitteln unter Berücksichtigung der für die Hauptbaustoffe ode Hauptarbeiten inzwischen eingetretenen Änderungen der Einheitspreis

Eingehender werden diese Fragen im „Handbuch der Baukunde" Abteilung I, 1. Heft, „Bauführung und Baurecht", behandelt. Wi entnehmen demselben folgendes Beispiel:

Der Einheitskostensatz eines ausgeführten Gebäudes sei ermittel zu 20 ℳ pro Kubikmeter. Es soll ein ganz gleichartiges Gebäud zur Ausführung kommen; man hat aber zu erwarten eine Änderun der Einheitspreise gegen diejenigen des ausgeführten Gebäudes für

Maurer-Arbeiten um	+ 5 %,
„ -Baustoffe um	− 20 %,
Zimmerarbeit und Baustoff um	− 5 %,
Dachdecker-, Klempner-, Tischler-, Schlosser-, Glaserarbeiten um	0 %,
übrige Arbeiten um	+ 3 %.

Wenn die Anteile der genannten Arbeiten an den Gesamtkoste 20, 40, 12, 13, 15 % sind, ändern sich die Einheitskosten u

$\frac{1}{100}(20 \cdot 5 - 40 \cdot 20 - 12 \cdot 5 + 15 \cdot 3) = 7{,}15\,\%$. Und die reduzierten Einheitskosten betragen: $20\,(1 - 0{,}07) = 18{,}6$ *M* pro Kubikmeter, welcher Satz der Veranschlagung des auszuführenden Gebäudes zugrunde zu legen wäre.

Nach derselben Quelle sind ferner beispielsweise die:

Anteile der Titel an den Gesamtkosten für Massivbau:

	Ein- und zweistöckige Arbeiterhäuser	Mehrstöckige Gebäude in gutem Ausbau (Verwaltungsgebäude, Beamtenwohnhäuser)
Tit. Erd-, Maurer-, Asphalt- und Steinmetzarbeiten	0,50	0,60
„ Zimmer-, Staker- und Eisenarbeiten	0,20	0,14
„ Dachdecker- und Klempnerarbeiten	0,10	0,03
„ Tischler-, Schlosser-, Glaserarbeiten		0,08
„ Anstreicher-, Maler-, Tapezierer, Stuck-, Bildhauerarbeiten	0,20 (Tischler- bis Wasserleitung zusammen)	0,05
„ Heizung		0,05
„ Wasserleitung, Gasleitung, Insgemein		0,05
	1,00	1,00

Oft ist es wünschenswert, den Anteil der Kosten von Maurerbaustoff und Maurerarbeit getrennt zu wissen. Für reinen Ziegelbau unter Verwendung von Werkstein nur zu Schwellen und Treppen wurden bei der städtischen Bauverwaltung Berlins folgende Zahlen ermittelt:

	Bei ein- und zweistöckigen Arbeiterhäusern	Bei mehrstöck. Gebäuden in ordinärem Ausbau	
Tit. Erd-, Maurer- und Asphaltarbeiten	0,20	0,20	der gesamten Baukosten.
„ Maurerbaustoff	0,40	0,35	der gesamten Baukosten.
„ Steinmetzbaustoff	0,05	0,05	der gesamten Baukosten.

Über die Gesamtkosten von Bauwerken nach Quadratmetern bebauter Grundfläche bzw. Kubikmetern umbauten Raumes, sowie Dauer, Unterhaltungskosten und Tilgungsbeträge macht der „Deutsche Baukalender“ folgende Angaben:

Bezeichnungen:

1. W = Neuwert, d. h. die Gesamtkosten der Herstellung ausschließlich Grund und Boden: W_f in Quadratmeter bebauter Grundfläche, W_v pro Kubikmeter umbauten Raumes.

2. D = Dauer des Bauwerks, d. h. derjenige Zeitraum, nach dessen Ablauf das Gebäude trotz regelrechter Instandhaltung nicht mehr reparaturfähig ist, sondern abgebrochen werden muß, — in Jahren.

3. U = jährliche Unterhaltungskosten in Prozenten des Neuwerts.

4. A = Tilgungsbetrag in Prozenten des Neuwerts, d. h. der jährlich zurückzulegende Betrag, welcher (ohne Berücksichtigung von Zinseszinsen) mit Ablauf der Zeitdauer des Gebäudes das Anlagekapital deckt.

a) Massivbauten aus Ziegeln oder Bruchstein.

		W_f ℳ	W_e ℳ	D Jahre	U %	A %
1) Einfache Wohngebäude mit durchschn. 3,5m Geschoßhöhe mit gewölbten od. Balkendecken, zweiteiligem Ziegeldach, gewöhnlichem, inneren Ausbau, unterkellert. (Bei ausgebautem Dachbodenraum pro qm 10—15 ℳ mehr.)	1 gesch. 2 „ 3 „ 4 „ 5 „	70—100 105—150 140—200 165—240 195—290	10—14	100—200	1,2—0,8	1—0,5
2) Bessere Wohngebäude mit ca. 4 m unterer Geschoßhöhe, Schieferdach u. gutem inneren Ausbau.	1 gesch. 2 „ 3 „ 4 „ 5 „	110—150 165—230 215—295 270—355 315—420	15,5—20	100—200	0,75	1—0,5

3a) Speicher, freistehend, mit 1250—1500 kg Tragfähigkeit auf 1 qm Zwischendecke, etwa 3 m Geschoßhöhe, mit Holzstützen und Holzträgern: $D = 100$ Jahre; $U = 0{,}75$ %; $A = 1$ %.

a) Keller, wenn darüber nur Erdgeschoß und Dach: $W_f = 28$ ℳ; $W_e = 9$ ℳ. Für jedes weitere Geschoß darüber mehr: $W_f = 2{,}5$ ℳ; $W_e = 0{,}8$ ℳ.

b) Erdgeschoß, wenn darüber nur Dach: $W_f = 24$ ℳ; $W_e = 8{,}5$ ℳ. Für jedes weitere Geschoß darüber mehr: $W_f = 3{,}0$ ℳ; $W_e = 0{,}8$ ℳ.

c) Dach (der wirkliche Dachraum ist zu berechnen): $W_f = 28$ ℳ; $W_e = 7{,}5$ ℳ.

3b) Desgl. wie vor mit Eisenstützen und Eisenträgern: $D = 150 - 200$ Jahre, $U = 0{,}5$ %; $A = 0{,}66—0{,}5$ %.

a) Keller, wenn darüber Erdgeschoß und Dach: $W_f = 33$ ℳ; $W_e = 10$ ℳ. Für jedes weitere Geschoß darüber mehr: $W_f = 3$ ℳ; $W_e = 1$ ℳ.

b) Erdgeschoß, wenn darüber nur Dach: $W_f = 33$ ℳ; $W_e = 10$ ℳ. Für jedes weitere Geschoß darüber mehr: $W_f = 5$ ℳ; $W_e = 1{,}5$ ℳ.

c) Dach: $W_f = 28$ ℳ; $W_e = 7{,}5$ ℳ.

4) Fabrikgebäude, freistehend, mit 500—1000 kg für 1 qm Tragfähigkeit der Zwischendecken, 3,5—3,8 m Geschoßhöhe, mit Holzstützen und Holzträgern. $D = 80$ Jahre; $U = 1{,}0$ %; $A = 1{,}25$ %.

a) Keller, wenn darüber nur Erdgeschoß und Dach: $W_f = 27$ ℳ; $W_e = 9$ ℳ. Für jedes weitere Geschoß mehr: $W_f = 1{,}5$ ℳ; $W_e = 0{,}5$ ℳ.

b) Erdgeschoß, wenn darüber nur Dach: $W_f = 30$ ℳ; $W_e = 8$ ℳ. Für jedes Geschoß darüber mehr: $W_f = 1{,}8$ ℳ; $W_e = 0{,}5$ ℳ.

c) Dach: $W_f = 28$ ℳ; $W_e = 7{,}5$ ℳ.

5) Desgl. wie vor mit Eisenträgern und Eisenstützen: $D = 100$ Jahre; $U = 1{,}5$ %; $A = 1{,}0$ %.

a) Keller, wenn darüber nur Erdgeschoß und Dach: $W_f = 28$ ℳ; $W_e = 9$ ℳ. Für jedes weitere Geschoß darüber mehr: $W_f = 1{,}45$ ℳ; $W_e = 0{,}5$ ℳ.

b) Erdgeschoß, wenn darüber nur Dach: $W_f = 33$ ℳ; $W_e = 10$ ℳ. Für jedes weitere Geschoß darüber mehr: $W_f = 1{,}85$ ℳ; $W_e = 0{,}5$ ℳ.

c) Dach: $W_f = 28$ ℳ; $W_e = 7{,}5$ ℳ.

		W_f ℳ	W_v ℳ	D Jahre	U %	A %
6) Desgl. mit Oberlicht u. Sheddächern, eingeschoss., einräum., umfangreiche Anlagen						
ohne Keller a) mit Holzdächern und eisernen Stützen		35	4,75	100	0,6	1,0
ohne Keller b) „ Eisendächern . .		40—45	6—7	150	0,3	0,67
7) Brauerei- u. Brennereigebäude, zum Teil gewölbt, unterkellert.	1 gesch.	50—55	6,3–6,8	80	0,75	1,25
	2 „	70—80				
8) Pferdeställe mit Holzdecken . . .		35—40	6—7	100	0,67	1,0
9) Desgl. mit eisernen Stützen und Trägern, gewölbten Decken		50—60	8,5—10	150	0,5	0,67

b) Holz- und Fachwerkbauten aus Nadelholz.

		W_f ℳ	W_v ℳ	D Jahre	U %	A %
10) Werkstätten und gewöhnliche Maschinengebäude	1 gesch.	40—65	8—14	70	1,50	1,43
	2 „	60—100				
11) Speicher und Magazine . . .	2 „	55—65	6—8	80	1	1,25
	3 „	70—100				
	4 „	90—120				

Den vorstehenden Baukosten liegen Preise von 25—30 ℳ pro Mille Ziegel und von 35—40 ℳ pro cbm Bauholz zugrunde. — Pro 100 cbm Gebäudeinhalt kann man durchschnittlich 7—8 Mille Ziegel rechnen.

2. Kostenanschlag. Allgemeines.

Dem eigentlichen Kostenanschlag gehen die Massen- und Baustoffberechnungen voraus.

Der Kostenanschlag hat den Zweck:

1. die voraussichtlich zu erwartenden Ausführungskosten zu ermitteln;
2. ein Verzeichnis und eine Beschreibung der einzelnen Bauarbeiten und Lieferungen zu geben und den Umfang derselben festzustellen;
3. als Grundlage für die Buchung zu dienen und in jedem Augenblick eine Übersicht über die Finanzlage des Baues zu ermöglichen;
4. die Grundlage für die Verdingung der Arbeiten und Lieferungen zu bilden.

3. Massenberechnung.

Die Massenberechnung erstreckt sich gewöhnlich auf die Erdarbeiten, die Arbeiten des Maurers, die Arbeiten des Steinmetzen, die Arbeiten des Zimmermanns und auf die Eisenarbeiten.

Sofern schwierige Fundierungen in Frage kommen, sind für diese besondere Anschläge anzufertigen.

In der Berechnung der Erdarbeiten sind die Ausschachtungen der Baugrube und der Fundamentabsätze, ferner die zur Einebnung des Bauplatzes und zur Abfuhr bestimmten Massen gesondert zu berücksichtigen.

Statt der Böschungen rechnet man den Außenmassen des Mauerwerks je nach der Tiefe und der Standfähigkeit des Bodens einen Arbeitsraum von 0,30—1 m hinzu.

Bei den Maurerarbeiten gelten die Geschoßhöhen von Oberkante bis Oberkante Fußboden. Schornstein- und Lüftungsrohre, Luftisolierschichten sowie Fensternischen werden nicht in Abzug gebracht. Besonders zu berechnen sind die Massen des Zement- und Klinkermauerwerks, des Mauerwerks aus porösen und Lochsteinen, der Mauersteinverblendung sowie der aus Haustein hergestellten Teile.

Steinmetzarbeiten werden in den Verblendungen nach Quadratmetern unter Abzug von Gesimsen, Pfeilern, Fensteröffnungen u. dergl., Gesimse nach ihrer Länge, Säulen, Pfeiler, Fenstergewände, Sohlbänke nach der Stückzahl, Treppenstufen nach laufenden Metern, Podeste nach Quadratmetern berechnet.

Bei den Zimmerarbeiten werden Balken und Verbandhölzer gruppenweise zusammengefaßt unter Angabe der Längen und behufs Ermittlung des Rauminhalts unter Angabe des Querschnitts. Dielungen, Schalungen usw. werden nach Quadratmetern ermittelt; hölzerne Treppen nach der Anzahl der Stufen, Podeste nach Quadratmetern.

Bei den Eisenkonstruktionen werden die Abmessungen auf Grund statischer Berechnungen festgesetzt. Für wichtige Formeln sind die Quellen anzugeben. Die Massen werden nach den zu verwendenden Eisensorten getrennt aufgeführt und nach vollen Kilogramm ausgerechnet.

4. Baustoffberechnung.

Baustoffberechnungen sind in der Regel für die Maurerarbeiten und für die Zimmerarbeiten aufzustellen. Die ersteren ergeben den Bedarf an Steinen, Mörtel, Kalk, Zement, Sand usw., die letzteren den kubischen Inhalt der Balken, Lager- und Verbandhölzer sowie den Flächeninhalt oder die Stückzahl der übrigen Zimmerarbeiten. Für die nach Kubikmetern berechneten Hölzer rechnet man 2—3 %, für alle übrigen Baustoffe 3—5 % für Verschnitt und Verlust.

5. Kostenberechnung.

In der Kostenberechnung sind die einzelnen Bauarbeiten nach *Titeln zu ordnen.* Der Umfang der Arbeit sowie deren Art ist genau

erkennbar zu machen; auch sind im Text alle Nebenleistungen hervorzuheben, welche auf die Höhe der Einzelpreise von Einfluß sein können.

Soweit die Baustoffe nicht gesondert zur Berechnung gelangen, wie z. B. bei dem größten Teile der Maurer- und Zimmerarbeiten, sind die einzelnen Leistungen einschließlich des Baustoffes zu veranschlagen.

Am Schlusse des Anschlages ist eine nach Titeln geordnete Übersicht der Gesamtkosten zu geben.

Für den Kostenanschlag ist folgendes Formular zu verwenden.

Pos.	Stückzahl	Gegenstand	Einheitspreis		Geldbetrag	
			ℳ	₰	ℳ	₰
1	564	cbm Lehmboden mit der Hacke zu lockern und auszuheben, für die Baugrube die nötige Böschung herzustellen und den ausgehobenen Boden bis 30 m weit zu verkarren und einzuebnen, einschließlich Vorhaltung sämtlicher Geräte	1	40	789	60

Die einzelnen Positionen der Massenberechnungen erhalten mit den bezüglichen Arbeiten in der Kostenberechnung übereinstimmende Positionsnummern, gleichviel ob dabei Lücken in der Reihenfolge der Nummern der Massenberechnung entstehen oder nicht.

6. Titelverzeichnis.

Die Reihenfolge der Titel ist folgende:

Titel I. Erdarbeiten.
„ II. Maurerarbeiten.
a) Arbeitslohn.
b) Baustoffe.
„ III. Asphaltarbeiten.
„ IV. Steinmetzarbeiten.
„ V. Zimmerarbeiten.
„ VI. Stakerarbeiten.
„ VII. Schmiede- und Eisenarbeiten.
„ VIII. Dachdeckerarbeiten.
„ IX. Klempnerarbeiten.
„ X. Tischlerarbeiten.
„ XI. Schlosserarbeiten.
„ XII. Glaserarbeiten.
„ XIII. Maler-, Anstreicher- und Tapezierarbeiten.
„ XIV. Stuckarbeiten.

Titel XV. Ofenarbeiten, Zentralheizungen und Lüftungen.
„ XVI. Gas- und Wasseranlagen.
„ XVII. Bauführungskosten und Rendantengebühren.
„ XVIII. Insgemein.

7. Bemerkungen zu den Haupttiteln des Anschlags.

Bei den Erdarbeiten sind in den Anschlagspreis die ordnungsmäßige Abböschung der Baugrube, die Vorhaltung der Geräte und die Einebnung des Bodens einzuschließen.

Für Berechnung des Arbeitslohnes der Maurerarbeiten ist das Mauerwerk in seinen Massen ohne Abzug der Öffnungen für Fenster u. dergl. zugrunde zu legen. Vorhalten, Aufstellen und Beseitigen der Rüstungen wird in der Regel nicht besonders in Ansatz gebracht. In die Preise für die Maurerarbeiten ist ferner der Transport der Baustoffe von dem auf dem Bauplatz befindlichen Lagerplatz zur Verwendungsstelle einbegriffen. — Fassadenverblendungen und Putzarbeiten werden nach dem Flächeninhalt der Ansichtsflächen meist ohne Abzug der Öffnungen für Fenster und Türen veranschlagt.

Die Maurerbaustoffe sind einschließlich der Anfuhr bis zu dem von der Bauverwaltung auf der Baustelle zu bezeichnenden Platze und des übersichtlichen Aufsetzens in Ansatz zu bringen. Gewöhnlicher Weißkalk ist in ungelöschtem, Wasserkalk in gebranntem Zustande zu veranschlagen.

Die Steinmetzarbeiten werden entweder einschließlich Lieferung des Baustoffes vergeben oder getrennt. In letzterem Falle müssen die Baustoffe sowie die Kosten für Bearbeitung und für Versetzen getrennt veranschlagt werden.

In den Preisen für das Verbinden und Aufstellen der Verbandhölzer ist auch das Anbringen des erforderlichen Eisenzeuges einbegriffen. Nägel werden in der Regel nicht besonders berechnet.

Anker, Bolzen u. dergl. für Maurer- und Zimmerarbeiten, sowie Fenstergitter werden gewöhnlich nach Stückzahl. Treppengeländer, Einzäunungsgitter dagegen nach Metern ihrer Länge unter Angabe der hauptsächlichsten Abmessungen sowie zuweilen der Gewichte veranschlagt. Eiserne Treppen werden nach Stufenzahl, Podeste nach ihrem Flächeninhalt berechnet. Überall ist in den Preisen die Reinigung von Rost sowie das Grundieren einbegriffen. Genietete Träger, eiserne Dachkonstruktionen u. dergl. werden einschließlich Aufstellung und der dazu erforderlichen Gerüste pro 100 kg Gewicht veranschlagt, während das Versetzen einzelner Säulen und das Verlegen der eisernen Walzträger in der Regel vom Maurer besorgt wird.

Dachdeckerarbeiten werden am besten einschließlich aller Baustoffe pro qm Dachfläche berechnet und veranschlagt.

Türen und Fenster werden in der Regel nach dem Flächeninhalt der lichten Öffnungen berechnet.

Tischler-, Schlosser-, Glaser- und Anstreicherarbeiten sind im Anschlage für alle diejenigen Gegenstände zusammenzufassen, an deren Herstellung wenigstens zwei der betreffenden Handwerker beteiligt sind.

Glaserarbeiten werden ohne Abzug des Rahm- und Sprossenwerks unter genauer Angabe der Glassorten berechnet.

Gewöhnliche Öfen werden pro Stück unter Hinzurechnung aller Nebenteile und Baustoffe berechnet. Für Zentralheizungen werden besondere Spezialkostenanschläge aufgestellt.

Bei den Bauführungskosten ist ausführlich anzugeben, welche Hilfskräfte für die Ausführung der Bauten für erforderlich erachtet werden, und wie lange und zu welchen monatlichen Gehaltssätzen dieselben zu beschäftigen sind. Für Schreib- und Zeichenbedarf, für Heizung und Beleuchtung des Baubureaus, für Errichtung oder Miete des letzteren sind besondere Pauschsummen auszusetzen.

Im Titel Insgemein endlich sind alle Arbeiten und Lieferungen aufzunehmen, welche in den übrigen Titeln sich nicht unterbringen lassen. Hierher gehören z. B. die Kosten für Bauzäune, Baustoffschuppen, Richtefest, Reinigung des Bauplatzes u. dergl. Zu der ermittelten Gesamtsumme wird in Prozenten derselben ein Betrag zur Abrundung und für unvorhergesehene Arbeiten hinzugefügt.

I. Bauausführung.

1. Einfriedigung des Bauplatzes.

Jeder Bauplatz ist zur Verhütung von Unfällen, zur Sicherung gegen Diebstahl, zur Verhinderung von Unfug usw. durch einen Bauzaun abzusperren, über dessen Errichtung für die Baufluchtlinie an Straßen die Baupolizeiordnungen in der Regel besondere Vorschriften enthalten.

2. Baubureau, Bauhütte, Baustoffschuppen, Zufuhrstraßen und Wendeplätze.

Ehe die Bauarbeiten beginnen, ist auf dem Bauplatz ein Baubureau sowie eine Unterkunftshütte und ein Abort für die Arbeiter zu errichten. Das Baubureau hat seinen Platz in möglichster Nähe des Eingangs zu erhalten, so daß dieser von den Fenstern aus übersehen werden kann. Nur wenn es sich um sehr kleine Anlagen handelt, oder wenn der Bauplatz keinen Raum bietet, wird man das Bau-

bureau in einem benachbarten Gebäude unterbringen. Die Bauhütte muß Raum gewähren zur Unterbringung der Sachen der Arbeiter, sowie Tische und Sitzgelegenheiten zur Einnahme der Mahlzeiten. Die Aborte müssen eine solche Lage erhalten, daß das Sittlichkeitsgefühl nicht verletzt wird. Sie müssen stets genügend desinfiziert und in reinlichem Zustande erhalten werden.

Für gutes Trinkwasser und Trinkgefäße ist ebenfalls auf jeder Baustelle zu sorgen.

Zur Unterbringung der Baustoffe sind ausreichende Lagerplätze und Lagerschuppen vorzusehen und herzurichten, die in bezug auf die Anfuhrwege und die Beförderung nach dem Bau eine bequeme Lage haben und für den Verkehr der Arbeiter und Fuhrwerke genügend breite Straßen und Wendeplätze frei lassen müssen.

3. Bauleitung und Bauführung. Allgemeines.

Die Aufstellung der Entwürfe und Anschläge ist einem Architekten oder Ingenieur zu übertragen. Dieser hat die Baupläne und Schriftstücke für die Einholung der Bauerlaubnis bzw. der gewerbepolizeilichen Genehmigung für die Ausführung der Anlage auszuarbeiten. Ihm wird in der Regel auch die Leitung des Baues übertragen, so daß seine ferneren Arbeiten in der Verdingung der Lieferungen und Bauarbeiten, in der Leitung und Überwachung der Bauausführungen, in der Rechnungsführung, der Bauübergabe und Bauabrechnung bestehen. Mitunter ist einem Ingenieur die Oberleitung übertragen, während für die besondere Bauführung und Beaufsichtigung ein oder mehrere Techniker als Bauführer und Aufseher gegen ein monatliches Gehalt angestellt werden. Die Honorierung des die Oberleitung führenden Ingenieurs erfolgt nach Vereinbarung zwischen diesem und dem Fabrikherrn oder sonstigen Auftraggeber.

4. Verschiedene Arten der Ausführung.

Nachdem für die Bauentwürfe die Genehmigung der Behörden erteilt ist, nachdem ferner der Kostenanschlag aufgestellt ist und die Genehmigung des Bauherrn erhalten hat, erfolgt die Verdingung der Lieferungen und Arbeiten an die betreffenden Unternehmer, Handwerker und Lieferanten.

Man kann bauliche Anlagen auf verschiedene Weise ausführen, nämlich: 1. nach Tagelohnsätzen, 2. in Regie, 3. durch Einzelunternehmer, 4. durch Großunternehmer (General-Entreprise), und endlich können 5. die Arbeiten des Rohbaus einschließlich der Lieferung von Kalk und Sand einem Unternehmer übertragen werden, während für die Lieferung von Ziegelsteinen, Verblendsteinen und Zement, sowie

für die übrigen Lieferungen und Arbeiten andere Lieferanten und Unternehmer herangezogen werden.

Nach vereinbarten Tagelohnsätzen wird man im allgemeinen nur Ausbesserungen, Abbrucharbeiten und solche Arbeiten geringeren Umfangs ausführen lassen, die sich von vornherein nicht gut übersehen und veranschlagen lassen. Diese Ausführungsart bietet gewisse Gewähr für gute Ausführung, ist aber im allgemeinen sehr teuer und erfordert eine beständige Aufsicht.

Beim Regiebau tritt der Bauherr gewissermaßen an die Stelle des unmittelbaren Arbeitgebers. Auch hier ist viel Aufsichtspersonal mit klaren Vorschriften für ihre Pflichten und Befugnisse erforderlich. Erdarbeiten bei Eisenbahnen, Festungsbauten u. dergl. werden vielfach so ausgeführt, Fabrikanlagen nur von größeren Unternehmungen, die über ein großes, technisches, eigenes Personal für diese Zwecke, über die nötigen Rüstungen, Baumaschinen u. dergl. verfügen und wegen ihres großen Umfangs fast beständig gezwungen sind, Neu- oder Umbauten, Erweiterungsbauten oder Ausbesserungen ausführen zu müssen.

Vorteilhaft für Bauausführungen des Hochbaus ist die Vergebungsart der Lieferungen und Arbeiten an einzelne Unternehmer. Sie wird daher bei Hochbauten meistens angewandt und gewährt größte Sicherheit in bezug auf die Technik, unmittelbaren Verkehr zwischen der Bauleitung und den Lieferanten und Verfertigern, hinreichende Freiheit in den Anordnungen der Bauleitung.

Bei Vergebung der Arbeiten und Lieferungen an einen einzigen Großunternehmer wird das geschäftliche Verfahren und die Verwaltung bedeutend vereinfacht. Ebenso wird dadurch eine größere Schnelligkeit der Ausführung ermöglicht.

Diese Vergebungsart erfordert dagegen sehr sorgfältige und erschöpfende Vorarbeiten, sowie genaue und ausführliche Grundlagen des Vertrages. Der Großunternehmer muß in der Technik tüchtig, zuverlässig und kapitalkräftig sein.

5. Verschiedene Arten der Vergebung der Arbeiten und Lieferungen.

Die Arbeiten und Lieferungen können auf verschiedene Weise vergeben werden, und zwar: aus freier Hand, auf Grund des mündlichen Unterbietungsverfahrens, auf Grund des schriftlichen Bietungsverfahrens, sowie auf Grund des beschränkten oder des öffentlichen, schriftlichen Verdingungsverfahrens.

Bei Privatbauten wird meist von der ersten Art der Vergebung Gebrauch gemacht.

Die zweite und dritte Art der Vergebung findet heute selten An-

wendung und ist zu verwerfen, weil hierbei die Teilnehmer leicht zu übereilten und leichtsinnigen Geboten sich hinreißen lassen.

Beim beschränkten wie beim öffentlichen, schriftlichen Verdingungsverfahren bleibt dem Unternehmer die Anschlagssumme unbekannt. Er hat selbst die Preise zu veranschlagen und in ein ihm geliefertes Formular, das die Massen und die Beschreibung der geforderten Lieferungen und Arbeiten enthält, einzutragen.

Das öffentliche, schriftliche Verdingungsverfahren, welches bei Staatsbauten die Regel bildet, ist überall angebracht, wo dem Bauleitenden die Unternehmer unbekannt sind, wo es sich um einfache Leistungen und Lieferungen oder um solche sehr großen Umfangs handelt.

In der Regel wird der Zuschlag nicht unmittelbar in dem Bietungstermin, zu welchem die Angebote versiegelt einzureichen sind, erteilt, sondern nach einer gewissen, vorher bestimmten Frist, während welcher die Bietenden an ihre Gebote gebunden bleiben.

6. Ausschreibung und Zuschlag.

Öffentliche Verdingungen erfolgen auf Grund von Ausschreibungen in Zeitungen unter Zugrundelegung von Zeichnungen, Bedingungen usw. Oft behält sich der Bauherr die freie Wahl unter den Bewerbern oder doch wenigstens unter den drei Mindestfordernden vor. Beim beschränkten Verdingungsverfahren werden tüchtige und leistungsfähige Unternehmer zur Abgabe von Anerbietungen aufgefordert und ihnen die Unterlagen zugesandt.

7. Vertrag.

Nachdem der Zuschlag seitens des Bauherrn erteilt ist, erfolgt der Abschluß eines Vertrages mit dem Unternehmer, damit das Geschäft rechtskräftig wird.

Dem Vertrage liegen die Zeichnungen, der Kostenanschlag bzw. das Preisverzeichnis, etwaige Proben und Muster, sowie allgemeine, besondere und technische Bedingungen zugrunde. Der Vertrag enthält in kurzer, deutlicher Form namentlich: die Bezeichnung der vertragschließenden Parteien, den Gegenstand der Verdingung, die Vollendungsfrist und die etwaigen Teilfristen, die Höhe der Vergütung, die Höhe von etwaigen Konventionalstrafen, Angaben über Höhe, Rückgabe u. dergl. einer zu stellenden Kaution, Festsetzungen über die Abnahme der Arbeiten und Lieferungen, Dauer und Umfang der vom Unternehmer zu leistenden Gewähr, Näheres über Schlichtung von Streitigkeiten. Die einzelnen Vorschriften über den Werkvertrag sind in den §§ 631—651 des B. G. B. niedergelegt.

8. Stempelgebühren.

Die Verträge sind stempelpflichtig und zwar für die Materiallieferungen mit einem Drittel Prozent des Materialwertes. Für Arbeitsleistungen beträgt der allgemeine Vertragsstempel 1,50 ℳ (wenn der Fiskus vertragschließender Teil ist, 1 ℳ). Auch für eine Bescheinigung über gezahlte Kaution ist eine Stempelgebühr zu entrichten, und zwar von 0,50 ℳ bei 600 ℳ, von 1 ℳ bei bis zu 1200 ℳ, von 1,50 ℳ bis 10000 ℳ, von 5 ℳ bei höheren Summen.

Für die Nebenausfertigung ist stets ein Stempel von 1,50 ℳ zu erheben.

9. Obliegenheiten der Bauleitung und Bauführung.

Die Tätigkeit der Bauleitung besteht in dem inneren Dienst im Baubureau und in der eigentlichen Bauführung. Bei sehr umfangreichen Bauausführungen steht jedem dieser beiden Zweige ein besonderer Techniker (Baumeister, Ingenieur u. dergl.) unter einer gemeinsamen Oberleitung vor. Besteht die Ausführung aus mehreren getrennten Gebäuden u. dergl., so können auch die Gesamtgeschäfte der Leitung einer solchen Baugruppe einer Person übertragen werden. Den leitenden Technikern werden nach Bedarf Gehilfen (Bauführer, Assistenten, Zeichner, Schreiber, Bureaudiener) beigegeben bzw. von diesen angenommen.

Zu den regelmäßigen Obliegenheiten der Bauleitung gehört: die Anfertigung der notwendigen Bau- und Werkzeichnungen, die Fürsorge für einen ordnungsmäßigen Baubetrieb, für Beachtung der baupolizeilichen Vorschriften und für Befolgung der in den Kostenanschlägen und Verträgen enthaltenen Bestimmungen, die Vorbereitung der Verdingungen, Abhaltung der Verdingungstermine, Vorbereitung der Verträge und der Schriftwechsel mit den Unternehmern und Behörden, die Führung der Baubücher (Korrespondenzbuch, Kassenbücher, Tagebuch, Listen, Materialienbuch usw.), die Beaufsichtigung der Bauarbeiten, die Abnahme der Arbeiten und Baustoffe, Ausstellung von Wägescheinen, Prüfung von Rechnungen u. dergl.

10. Abnahme und Unterbringung der Baustoffe.

Für das Einlöschen von Kalk, falls dieses auf dem Bauplatz erfolgt, sind Schuppen, Löschbänke und Gruben vorzusehen. Für wertvolle Baustoffe sind verschließbare Schuppen herzustellen, in denen auch eine Wage vorhanden sein muß. In der unmittelbaren Nähe des Mörtelbereitungsplatzes ist ein Brunnen anzulegen, wenn Anschluß an eine Wasserleitung nicht zu erlangen ist.

Die Ziegelsteine sind in Haufen von 200 Stück, die übrigen Baustoffe 1 m hoch aufzusetzen. Abgenommene Baustoffe besprengt man mit Kalkwasser und versieht die einzelnen Haufen mit Tafeln mit den Namen der Lieferer.

Zum Abladen schwerer Werksteine oder Eisenteile ist ein Kran an der Zufuhrstraße aufzustellen.

11. Das Abstecken der Gebäude.

Eine sehr wichtige Arbeit besteht in dem Abstecken der Achsen und Fluchtlinien des Gebäudes. Die Ecken des Gebäudes werden dabei durch kleine, in den Erdboden geschlagene Pfählchen bezeichnet. Die Richtung der Hauptfront wird oft durch benachbarte Gebäude gegeben sein. Man bedient sich zum Abstecken einiger Fluchtstäbe, Schnüre, großer Holzdreiecke mit rechtem oder vorkommendenfalls stumpfem oder spitzem Winkel. Zum Abstecken rechter Winkel benutzt man den Winkelspiegel, das Winkelprisma oder den Winkelkopf.

12. Herstellung der Schnurgerüste.

Nach dem Abstecken des Gebäudes erfolgt die Herstellung der Schnurgerüste, da die zuerst eingeschlagenen Pfählchen beim Ausheben der Baugrube verloren gehen. Es werden an jeder Ecke drei, an den Mittellinien zwei Pfähle von ca. 1—1,5 m Länge in den Boden geschlagen, so daß sie 0,75 m über den Erdboden hervorragen und vom Gebäude so weit entfernt sind, daß sie noch außerhalb der oberen Böschungsränder der Baugrube zu stehen kommen. An diese Pfähle werden wagerechte Bretter oder Latten genagelt und hierüber Schnüre so gespannt, daß sie sich genau über den für die Ecken und Achsen des Gebäudes vorher eingeschlagenen Pfählchen kreuzen, was durch Lote geprüft wird. Nachdem diese Arbeit sorgfältig ausgeführt ist, und man sich von der richtigen Lage der Schnüre überzeugt hat, z. B. durch Messen der Diagonalen, durch Prüfung der rechten Winkel nach dem Pythagoreischen Lehrsatz u. dergl., werden für die Schnüre Einkerbungen in den Latten gemacht und farbig bezeichnet. Ebensolche Einkerbungen mit Zeichen in anderer Farbe macht man für die Schnurlagen, welche die Zwischenmauern sowie die Vorsprünge der Mauern des Sockel-, Keller- und Fundamentmauerwerks angeben.

13. Höhenmarken (Fixpunkte).

Zur Einhaltung der richtigen Höhenlage des ganzen Gebäudes in bezug auf das Terrain oder die vorbeiführende Straße sowie der ein-

zelnen Stockwerke und Gebäudeteile untereinander und der Zufuhrwege, Rampen usw. wird ein Haupthöhenpunkt festgelegt, von dem man ausgeht. Dieser Punkt wird unverrückbar durch einen stärkeren, mit Erdkreuz versehenen Pfahl u. dergl. bezeichnet. Bei größeren Ausführungen werden solche Fixpunkte an allen Ecken des Gebäudes festgelegt. Für die Höhenlage sämtlicher Gebäudeteile wird eine bestimmte Höhe, etwa die der Sockeloberkante, die in der Regel mit der Fußbodenoberkante des Erdgeschosses übereinstimmt, als Nullpunkt angenommen. Alle Höhenmaße werden dann auf diese Höhe bezogen. Zur Übertragung von Höhenmaßen bedient man sich der Visierkreuze, des Richtscheits mit Setzwage oder Libelle, der Wasserwage oder des Fernrohrnivellierinstruments.

14. Bauausführung.

Nach Ausführung der Erdarbeiten für die Baugrube sind nochmals genaue und sorgfältige Ermittlungen über die Beschaffenheit und Tragfähigkeit des Baugrundes, gegebenenfalls durch Probebelastungen namentlich für die stark beanspruchten Stellen, vorzunehmen. Diese Untersuchungen können bisweilen, wenigstens für einzelne Stellen, eine Abänderung der vorgesehenen Gründungsart oder eine Verbreiterung oder Vertiefung der projektierten Fundamente bedingen.

Vor Beginn der Maurerarbeiten ist dafür zu sorgen, daß Steine, Mörtelstoffe u. dergl. stets in ausreichender Menge auf dem Bauplatze vorhanden sind, damit nie wegen Mangel an solchen unliebsame Stockungen eintreten. Namentlich sind Werksteine frühzeitig genug zu vergeben.

Zur richtigen Einhaltung der Höhen beim Mauern bedient man sich der Höhenmaßstäbe oder Höhenlatten, auf denen die einzelnen Schichthöhen verzeichnet sind. Solche Höhenlatten werden oft auch in den inneren Gebäudeecken fest und unverrückbar aus stärkeren Hölzern (8 × 8 cm) bestehend angebracht.

Ähnlicher, wagerechter Latten mit Bezeichnung der Tür- und Fensterachsen und deren Lichtweite bedient man sich zum richtigen Anlegen des Mauerwerks in horizontaler Richtung. Solche Latten leisten namentlich für die oberen Geschosse gute Dienste, in denen man von den Schnurgerüsten keinen Gebrauch machen kann.

Die Erdarbeiten sind vor Beginn der Maurerarbeiten in Gegenwart des Unternehmers oder dessen Bevollmächtigten für die spätere Abrechnung aufzumessen und mit dem Anerkennungsvermerk des letzteren zu versehen. Dasselbe hat mit dem Fundament- und Kellermauerwerk zu geschehen, bevor es mit Erde hinterfüllt wird.

15. Baugerüste.

Zur Verhütung von Unfällen ist der Aufstellung der Baugerüste eine besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt zu widmen.

Für die Einrüstung der Fassaden werden Stangengerüste oder abgebundene Gerüste verwandt. Wird „über Hand“ gemauert, so bilden die Balkenlagen hauptsächlich die Rüstboden. Auf diesen werden dann Zwischengerüste als sogenannte Bockgerüste aufgeschlagen. Die Stangengerüste werden vom Maurer hergestellt. Die Stangen werden in Abständen von 2—3 m voneinander und 1,5 m von der Fassade entfernt mit etwas Neigung nach letzterer hin aufgestellt. Sie werden 1 m tief eingegraben oder auf Schwellen gestellt. In Höhen von 1,5—2 m werden Streichhölzer befestigt, auf denen die Netzriegel aufruhen, die den doppelten Rüstbohlenbelag aufnehmen. Zur Vergrößerung der Standsicherheit werden in schräger Richtung Latten oder Bretter an die Rüstbäume genagelt. Am Rande der Rüstung wird eine Bohle hochkantig aufgestellt, um ein Herabfallen von Steinen u. dergl. zu verhindern. Zur Sicherung der Arbeiter ist in Höhe von 80—90 cm über dem Rüstboden eine Schutzwehr durch angenagelte Latten oder Bretter anzubringen.

Abgebundene Gerüste werden vom Zimmermann hergestellt. Sie sind erforderlich zum Versetzen schwerer Werksteine mittelst Winden.

Alle Rüstungen müssen aus gutem Material und mit tadellosem Bindezeug nach den Regeln der Technik hergestellt werden. Leitern dürfen nicht aus überspänigem Holz bestehen. Sie müssen mindestens 1 m über den obersten Gerüstboden reichen, unten gegen Abrutschen und bei größerer Länge durch Streben gegen Durchbiegen und Schwanken geschützt sein.

Für Ausfugarbeiten, Putz- und Anstreicherarbeiten sowie für Ausbesserungen werden auch vielfach Leitergerüste, Hängegerüste und fliegende Gerüste angewandt.

16. Verhalten bei Eintritt des Frostes.

Bei jedem Bau muß nach Möglichkeit danach gestrebt werden, ihn vor Beginn des Winters unter Dach zu bekommen. Letzteres wird oft vorläufig abgedeckt, etwa mit Dachpappe, um Regen u. dergl. vom Gebäude fern zu halten. Nicht fertiggestellte Mauern müssen bei Eintritt des Winters abgedeckt werden, etwa durch zwei Ziegelflachschichten ohne Mörtel und eine 5 cm starke Lehmschicht.

Bei Eintritt von Frostwetter darf nicht mehr gemauert werden; vor allem dürfen dann keine Putzarbeiten mehr ausgeführt werden.

17. Ordnung auf der Baustelle.

Auf der Baustelle muß stets Ruhe und Ordnung herrschen. Die festgesetzte Arbeitszeit muß pünktlich innegehalten werden. Anfang und Ende derselben muß durch ein Glockenzeichen bekanntgegeben werden.

18. Versicherungswesen.

Die Vorschriften der Arbeiterversicherungsgesetze sind gewissenhaft zu befolgen, desgleichen die über die Unfallversicherung.

19. Abschlagszahlungen.

Während der Bauzeit erhalten die Unternehmer in der Regel für ihre bis dahin geleisteten Lieferungen und Arbeiten Abschlagszahlungen.

20. Abrechnungen.

Nach Fertigstellung der Arbeiten und Lieferungen erfolgt die Abrechnung. Der Abrechnung wird der Kostenanschlag bzw. Verdingungsanschlag sowie die Abnahme zugrunde gelegt. Die Abrechnung ist vom Unternehmer anzuerkennen, und erfolgt dann die Restzahlung mit Ausschluß der etwa während der Gewährszeit einzubehaltenden Sicherheitssumme oder Kaution.

K. Instandhaltung.

1. Gewährszeit.

Durch die dem Vertrage zugrunde liegenden Bedingungen und Vorschriften ist der Unternehmer verpflichtet, mangelhafte Baustoffe und Arbeiten durch bedingungsgemäße zu ersetzen. Ebenso bleibt er für die tadellose Beschaffenheit der von ihm gelieferten Baustoffe und Arbeiten nach erfolgter Abnahme des ganzen Bauwerks noch eine gewisse Zeit haftbar, deren Länge (ein oder mehrere Jahre) für jeden Fall im Vertrage festgesetzt wird. Die während der Gewährleistungsfrist sich herausstellenden Mängel sind vom Unternehmer nach ihm gemachter Anzeige sofort zu beseitigen, widrigenfalls dies auf seine Kosten geschieht.

Während der Gewährszeit wird man seine Aufmerksamkeit darauf zu richten haben, ob sich an den Gebäuden Mängel der ersterwähnten Art in irgend einer Weise bemerkbar machen, damit dieselben vor Ablauf derselben vom Unternehmer beseitigt werden können.

Da solche nachträglichen Änderungen und Verbesserungen leicht zu Unannehmlichkeiten, Streit u. dergl. Veranlassung geben können, wird man sie durch sorgfältige Prüfung bei den Baustoffabnahmen und durch strenge und sachverständige Beaufsichtigung seitens der Bauführung und Bauleitung nach Möglichkeit zu vermeiden suchen.

2. Einschließung der Instandhaltungsarbeiten bei Vergebung von Bauausführungen.

Sehr zweckmäßiger Weise wird bei der Vergebung der Bauausführungen gleich die Instandhaltung gewisser Bauteile auf eine längere Reihe von Jahren gegen eine angemessene jährliche Entschädigung mit einbegriffen. Pappdächer, größere Eisenkonstruktionen u. dergl. werden öfters unter diesen Bedingungen vergeben.

3. Instandhaltung.

Wie schon weiter oben betont wurde, wird man, wenn es sich nicht um vorübergehende Zwecke handelt, sowohl beim Entwurf wie bei der Ausführung von Gebäuden durch Wahl geeigneter, dauerhafter Baustoffe, durch Anwendung passender Konstruktionen und durch sorgfältige Ausführung nach Möglichkeit dafür sorgen, daß die hergestellten Anlagen eine lange Dauer versprechen und ihren Zweck möglichst vollkommen und lange erfüllen. Damit letzteres geschehen kann, müssen sie dauernd in gutem Zustande erhalten werden. Alle unsere Baustoffe sind den Einflüssen der Witterung, im Äußeren der Gebäude namentlich, unterworfen und haben darunter zu leiden, die einen mehr, die anderen weniger. Im Inneren sind es die durch den Gebrauch bedingten Abnutzungen, die Einwirkung von Feuchtigkeit, von Dämpfen, von Erschütterungen usw., die dieselben allmählich angreifen und zerstören.

Anfangs kleine Mängel können hier in kurzer Zeit die schädlichsten Folgen haben. Eine sorgfältige Beaufsichtigung wird dadurch, daß etwaige Fehler früh genug erkannt und ausgebessert werden, die Kosten für die Instandhaltung in verhältnismäßig bescheidenen Grenzen zu halten vermögen.

Die sich bemerkbar machenden Fehler können zweierlei Art sein, nämlich solche, die sofort beseitigt werden müssen, weil sie mit Gefahr für Leben und Gesundheit der Bewohner, der beschäftigten Arbeiter und Beamten oder des Publikums verbunden sind, oder weil eine Verzögerung dem Gebäude oder dem Betriebe, der darin stattfindet, großen Schaden zufügen kann, und solche, die einen gewissen Aufschub gestatten. Erstere müssen natürlich sofort abgestellt werden, z. B. die Undichtigkeit eines Gasrohrs; letztere wird man dagegen in gewissen Zeiträumen gemeinsa[illegible]deren beseitigen.

4. Regelmäßige Untersuchungen.

Zu letzterem Zweck empfehlen sich in gewissen Zeitabschnitten, etwa in jedem Jahre, vorzunehmende, eingehende Untersuchungen der ganzen Anlage in bezug auf ihren baulichen Zustand. Die sich hierbei zeigenden Mängel werden dann verzeichnet und mit denen, die im Laufe der Zeit schon bemerkt und verzeichnet worden sind, auf einmal beseitigt.

5. Geeignete Zeit für die Instandhaltungsarbeiten.

Für diese Instandhaltungsarbeiten wird man eine solche Zeit zu wählen haben, in der sie sich der Witterung wegen am besten ausführen lassen, wenn es Arbeiten am Äußeren der Gebäude sind, und zu welcher sie für den Betrieb am wenigsten störend sind, wenn es sich um Ausbesserungen handelt, die im Inneren der Gebäude vorzunehmen sind, und die, wie z. B. Kesseleinmauerungsarbeiten, in den Betrieb eingreifen. Um solche Störungen zu verhindern, sind oft Reservekessel und Reservemaschinen vorhanden. Kesselanlagen unterstehen ja nach dem Gesetz einer ständigen Aufsicht, und werden sich Instandhaltungsarbeiten am besten den stattfindenden Besichtigungen anschließen bzw. diesen vorangehen.

Für viele Fabrikanlagen ist die Zeit der Instandhaltungsarbeiten von vornherein durch den Betrieb festgelegt. So wird bei einer Zuckerfabrik diese Zeit nach Beendigung der sogenannten Kampagne fallen, also je nach der Dauer der letzteren in die Frühjahrs- und Sommerzeit, so daß bei Beginn einer neuen Kampagne im Herbst sich die ganze Anlage in baulicher wie maschineller Beziehung wieder in tadellosem Zustande befindet und den starken Anforderungen des Tag und Nacht hindurch fortgesetzten Betriebes gewachsen ist. Umgekehrt ist es in bezug auf die Jahreszeit bei einer Ziegelei ohne künstliche Trockenanlagen der Fall. Hier wird der Betrieb so lange währen, wie die geformten Ziegel in den Schuppen noch zum Trocknen gebracht werden, so daß die Instandhaltungsarbeiten hauptsächlich in den Spätherbst und Winter fallen werden. In anderen Fabriken wird der Betrieb nicht immer in gleicher Stärke geführt werden. Es wird dann für die Ausbesserungen die Zeit des schwächsten Betriebes zu wählen sein. Bei Arbeiten im Freien wird man immerhin auf die Witterung Rücksicht zu nehmen haben. Im Winter können weder Maurer- noch Erdarbeiten im Freien vorgenommen werden, wenn die Temperatur unter etwa — 3° C sinkt. Für Zement- und Betonarbeiten wird man, wenn irgend möglich, nicht die heißeste Jahreszeit wählen, sondern den Frühling oder den Herbst, weil alle solche Arbeiten während der Zeit des Abbindens und der ersten Erhärtung vor Aus-

trocknung durch unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen sorgfältig geschützt werden müssen.

Das Versehen von Pappdächern mit neuem Teer- oder Asphaltanstrich sowie andere Ausbesserungen an denselben können dagegen nur in trockener Jahreszeit vorgenommen werden. Dasselbe gilt von allen Anstreicherarbeiten.

6. Beschreibung der wichtigsten Instandhaltungsarbeiten. Allgemeines.

Was nun die Instandhaltungsarbeiten selber betrifft, so kommt es bei allen den Mängeln, die durch die Abnutzung, durch den Gebrauch, oder durch allmähliche Einwirkung der Witterung entstehen, nur darauf an, eine Ausbesserung oder Erneuerung einzelner Teile vorzunehmen, schützende Überzüge und Anstriche zu erneuern, abgelagerte Unreinigkeiten u. dergl. zu beseitigen. Bei anderen Mängeln, wie Rißbildung im Mauerwerk, Feuchtigkeit, Ausblühungen, Schwamm u. dergl., wird es vor allen Dingen darauf ankommen, die Ursachen dieser Erscheinungen zu ermitteln und zu beseitigen und nicht nur die äußeren Erscheinungen dieser Ursachen für eine Zeit lang zu verdecken.

7. Beseitigung von Feuchtigkeit und deren Folgen.

Ein Hauptfeind baulicher Anlagen ist zunächst die Feuchtigkeit. Dieselbe kann bei nicht geeigneter Konstruktion durch die Sohle in die Kellerräume dringen oder bei fehlenden oder mangelhaften Isolierungen in den Mauern aufsteigen. Solche Isolierungen lassen sich dann nachträglich anbringen. Gegen seitlich andringende Feuchtigkeit hilft oft eine Entfernung des durchlässigen Bodens rings um das Gebäude und Ersatz desselben durch eingestampften Lehm oder Ton; auch eine Drainage tut oft gute Dienste. Ist der Wasserandrang von unten unbedeutend, so pflastert man die Sohle mit einer doppelten, in Zement verlegten Ziegelflachschicht aus wasserundurchlässigen Steinen ab mit darüber gebrachtem 2 cm starken Zementestrich; auch an den Wänden führt man Zementmauerwerk mit einer Luftisolierschicht bis etwas über den höchsten Grundwasserstand auf. Altes Pflaster und humusreicher Boden sind vorher zu entfernen. Besser wirkt eine ca. 15 cm starke Betonschicht mit Estrich aus Zement oder eine 10—12 cm starke Betonschicht mit Asphaltestrich. Bei großem Wasserandrang wendet man ein hochkantiges Ziegelpflaster in Zementmörtel oder umgekehrte Gewölbe aus Beton oder Ziegelsteinen an. Keller, in denen Wasser gestanden hat, sind nach Beseitigung desselben zu desinfizieren durch Chlorkalk oder durch un-

schädliches Eisenvitriol, von dem etwa 200 g in einem Eimer Wasser aufgelöst werden.

Erweisen sich die Außenwände feucht, so sind zunächst die Dachrinnen und Abfallrohre auf ihre tadellose Beschaffenheit hin zu untersuchen. Ebenso ist nachzusehen, ob das Regenwasser einen schnellen und ungehinderten Abfluß bei den Abfallrohren findet und nicht etwa hier unmittelbar in den Boden sickert. Fehlende oder mangelhafte Isolierungen in wagerechter Richtung lassen sich nachträglich, allerdings mit nicht unbedeutenden Kosten durch Siebelsche Bleiisolierungen oder Asphaltisolierungen mit Bleieinlage ersetzen.

Feuchte Außenmauern sind in der Regel vom Putz zu befreien und in den Fugen tief auszukratzen, um durch Einwirkung der Sonnenwärme gehörig austrocknen zu können.

Zeigt sich Feuchtigkeit an den Innenflächen der Mauern, so beruht dies in der Regel darauf, daß dieselben zu dünn sind oder aus wasserdurchlässigem Material bestehen. Solche Feuchtigkeit zeigt sich oft an den Mauern der Wetterseite, die dem Anprall des Regens ausgesetzt sind, sowie unter den Fensterbrüstungen, woselbst das Mauerwerk in der Regel schwächer gehalten ist. Ein in solchen Fällen angewandter innerer Zementverputz verdeckt den Übelstand nur, ohne ihn zu beseitigen. Eine Austrocknung bewirkt man durch aufgestellte Kokskörbe.

Besonders gefährlich kann Feuchtigkeit dem Holzwerk eines Gebäudes werden, namentlich wenn letzteres abwechselnd trocken und naß wird, wenn Wärme hinzukommt, oder wenn das Holz dabei mit organischen, in Verwesung befindlichen Stoffen, mit Humus u. dergl. in Berührung kommt und der Einwirkung von Licht und Luft entzogen ist. Es tritt dann sehr leicht Fäulnis oder Schwamm auf, namentlich, wenn das Holz vorher nicht genügend trocken war, wenn besonders die Eiweißstoffe nicht vor der Verwendung entfernt wurden, und wenn es nicht durch Anstrich oder Durchtränkung mit fäulniswidrigen Stoffen gegen Zerstörung geschützt ist.

Ist Holz in einem Bauwerk feucht geworden, so muß sorgfältig nach der Ursache dieser Feuchtigkeit geforscht, die fernere Entstehung derselben verhindert und das Holzwerk sorgfältig ausgetrocknet werden, ehe es einen schützenden Anstrich erhält. Humus und organische Stoffe müssen von dem Holz entfernt werden. Bei nichtunterkellerten Gebäuden ist für eine gute Ventilation unter dem Holzfußboden des Erdgeschosses zu sorgen, wie es z. B. bei den vorzüglichen Fußbodenkonstruktionen von Hetzer in Weimar geschieht.

8. Beseitigung von Schwamm.

Hat sich in einem Gebäude Schwamm gebildet, auf den man durch den dumpfen, höchst ungesunden Geruch, den er verbreitet, auf-

merksam gemacht wird, so ist sofort alles angegriffene und benachbarte Holz zu entfernen und zu verbrennen. Desgleichen entferne man das Deckenfüllmaterial und den Putz benachbarten Mauerwerks, kratze die Mauerfugen tief aus und versehe alle Unterlagen und angrenzenden Mauerteile mit Anstrich von Goudron, Teer, Karbolsäure, Karbolineum von Avenarius oder bei bewohnten Räumen mit dem geruchlosen Antinonnin-Karbolineum. Mit letzteren Stoffen wird am besten auch das neue Holzwerk vor der Verwendung getränkt, beziehungsweise angestrichen.

9. Instandsetzungsarbeiten nach Überschwemmungen.

Im höchsten Grade schädlich wirken Überschwemmungen auf alle Bauwerke ein, und man hat sie daher, wie schon oben erwähnt, durch eine genügend hohe Lage oder durch Deiche u. dergl. gegen solche zu schützen. — Hat ein Gebäude eine Überschwemmung erlitten, so ist das Wasser aus Kellerräumen u. dergl. so schnell wie möglich durch Ausschöpfen oder Auspumpen zu entfernen. Die Räume sind dann zu reinigen und mit einer Lösung von Karbolsäure in heißem Wasser (2 $^0/_0$) aufzuwaschen und abzureiben. Dielen und verschlammter Untergrund oder Füllung sind am besten aufzunehmen und so lange heißer Sand aufzubringen und zu wechseln, bis er nicht mehr feucht wird. Sämtliche Räume sind dann bei starkem Luftdurchzug zu heizen. Straßen, Plätze und Hofräume sind zu reinigen. Alle Räume sind durch Karbolseifenlösung oder Sublimat (starkes Gift) von etwaigen Krankheitskeimen zu befreien. Brunnen müssen ausgepumpt und gereinigt werden. Man gibt dann eine Karbolschwefelsäurelösung hinein, so daß eine dreiprozentige Flüssigkeit entsteht, die man drei Tage in dem Brunnen läßt und dann so lange auspumpt, bis blaues Lakmus nicht mehr gerötet wird. — Abortgruben bestreicht man nach der Reinigung mit Ätzkalk oder Eisenvitriollösung oder desinfiziert sie durch Chlorkalk.

10. Instandhaltung von Mauerwerk.

Was die Instandhaltung von Mauerwerk betrifft, so ist alles dasjenige Mauerwerk, welches keine genügende Festigkeit mehr besitzt, vollständig zu entfernen und durch neues zu ersetzen. Nur bei niedrigen und schwach belasteten Mauern kann man neue Teile im Verband mit dem alten Mauerwerk aufführen, wogegen man hohe Mauern und solche, die große Lasten zu tragen haben, beim Anbau stumpf gegen das vorhandene Mauerwerk stoßen läßt, damit es sich ungehindert setzen kann. Einzelne schadhafte Steine werden ausgestemmt,

aus den Öffnungen die Mörtelreste sorgfältig entfernt, die Flächen gut gereinigt und dann neue Steine in reichlicher Mörtelbettung eingefügt. Sind in bestehenden Mauern neue Öffnungen anzulegen, so wird das darüber gelegene Mauerwerk zunächst gehörig abgestützt, dann die Öffnung herausgebrochen, ein Gurtbogen darüber gespannt und der Raum über demselben bis zum alten Mauerwerk sorgfältig zugemauert.

Zur Erhaltung von Mauerwerk ist vor allen Dingen erforderlich, daß es möglichst trocken erhalten werde. Man muß daher dem Luftzug und der Sonne bzw. dem Licht ungehindert Zutritt zu den Außenflächen gestatten und für schnellen Abfluß des Regenwassers sorgen. Der Verputz und Fugenverstrich muß gehörig in Stand gehalten werden, da eindringendes Wasser im Verein mit dem Frost in hohem Grade zerstörend wirkt.

Feinere Risse, die im Putz nach allen Richtungen verlaufen, sind nur in diesem vorhanden und ohne Bedeutung. Sie sind einfach zu verstreichen. Gehen solche Risse dagegen hauptsächlich nur nach einer Richtung und durch die ganze Mauerstärke, so ist zu untersuchen, ob sie sich noch erweitern, was leicht durch aufgeklebte Papierstreifen festzustellen ist. Wird eine Verbreiterung der Risse festgestellt, so hat man es mit einem Nachgeben des Fundaments zu tun und zwar an derselben Stelle, wenn die Risse sich nach unten erweitern, an entfernteren Stellen, wenn sie nach oben hin breiter werden. Man hat in diesem Falle die Fundamente freizulegen und in geeigneter Weise zu verbreitern bzw. zu vertiefen. Die Risse werden dann durch kleine Steinstücke und Zementmörtel geschlossen.

An feuchten Stellen mit in Zersetzung befindlichen organischen Stoffen, wie Urin, bildet sich leicht der sogenannte Mauerfraß, indem die sich entwickelnden Ammoniakdämpfe mit dem Kalk des Mörtels salpetersauren Kalk bilden, welcher aus der Luft Feuchtigkeit anzieht und zerfließt, so daß der ganze Mörtel nach und nach in Pulverform herabfällt. Anderer Mörtel, auch Zementmörtel, haftet auf solchen Stellen nicht. Die Feuchtigkeit gibt auch oft zur Entwicklung von Schimmelpilzen Veranlassung. Im Innern der Gebäude läßt man auf solche Wände bei geschlossenen Türen und Fenstern 2 Stunden hindurch Salzsäuredämpfe einwirken, die man durch Einwirkung von 500—1000 g Schwefelsäure auf 1—5 kg Kochsalz herstellt. Es werden dann die losen Massen abgekratzt und abgefegt und alle angegriffenen Teile gegebenenfalls mit dem Meißel entfernt. Das Mauerwerk wird dann der austrocknenden Wirkung eines beständigen Luftzuges ausgesetzt. Wo dies nicht möglich, erfolgt ein Anstrich mit Teer oder anderen fäulniswidrigen Stoffen.

11. Erneuerung der Anstriche.

Die Anstriche, namentlich die von Holz- und Eisenteilen, haben hauptsächlich den Zweck, die Stoffe gegen Verwitterung und ähnliche zerstörende Einflüsse zu schützen; sie sind daher sorgfältig in gutem Zustand zu erhalten und vor Erneuerung alle Fugen und Risse des Holzwerks und solche Stellen der Eisenkonstruktionen, zu welchen man mit dem Anstrich nicht gelangen kann, sorgfältig mit Kitt zu verschließen. Beim Eisen ist vorher der etwa vorhandene Rost zu entfernen.

12. Instandhaltung der Türen und Fenster.

Türen und Fenster sind daraufhin zu untersuchen, ob die Beschläge in Ordnung sind, ob sie dicht schließen, ob sich die Türen nicht gesackt haben, und ob die Fenster gut verkittet sind. Schadhafte Verkittung kann bei hölzernen Fenstern in kurzer Zeit ein Verfaulen des Holzwerks in den Ecken und unteren Teilen der Fensterrahmen herbeiführen. Auch durch lose sitzende Wasserschenkel kann dies veranlaßt werden. Sind alle Fehler verbessert, so wird auch hier ein neuer Anstrich aufgebracht, wenn es nötig ist, wobei sehr abgenutzte Stellen zweckmäßig einmal besonders vorgestrichen werden.

13. Instandhaltung der Fußböden und Treppenbeläge.

Schadhafte Fußböden, uneben gewordenes Pflaster müssen ebenfalls in geeigneter Weise ausgebessert werden. Namentlich ist auch überall, wo mit Flüssigkeiten umgegangen wird, darauf zu achten, ob nicht Risse oder undichte Stellen entstanden sind, die jene Flüssigkeiten in schädlicher Weise weiterleiten können.

Ausgelaufene Trittstufen von Treppen können Veranlassung zu Unfällen geben, sie sind daher zu erneuern. Bei Steintreppen kann der schadhafte obere Teil abgestemmt und durch Steinbelag, Holz oder auch Asphalt ersetzt werden. Letzteren Stoff wählt man mit Vorteil bei Treppen in feuchten Räumen, wie Gärkellern u. dergl. Einzelne kleinere Löcher lassen sich durch Steinkitt ausfüllen, den man aus Bleioxyd und Glycerin oder aus Zement, Sand und Wasserglas herstellt.

14. Instandhaltung von Eisenkonstruktionen.

Von Eisenkonstruktionen sind die Niet- und Schraubenverbindungen zu untersuchen, desgleichen die Auflager eiserner Träger und Dachkonstruktionen.

15. Instandhaltung von Schornsteinen und Feuerzügen.

Schornsteine und Feuerzüge sind regelmäßig zu reinigen. Hat sich in den ersteren Glanzruß abgesetzt, so ist dieser durch Ausbrennen zu entfernen. Von Öfen und anderen Heizvorrichtungen sind die Roste in Stand zu setzen und die Fugen durch Ausschmieren zu dichten.

16. Instandhaltung von Luftzuführungskanälen.

Luftzuführungskanäle sind von etwa darin abgelagertem Staub zu befreien.

17. Instandhaltung von Blitzableitern.

Blitzableiter sind besonders auf gute Leitungsfähigkeit hin zu untersuchen.

18. Instandhaltung von Gas- und Wasserleitungen, Kanalisationen u. dergl.

Von Gasleitungen ist die Dichtheit zu prüfen. Dasselbe hat mit Rohren und Kanälen der Kanalisation, sowie mit Jauche- und Abortgruben zu geschehen, die wie Schlammfänge u. dergl. ordentlich zu reinigen und zu desinfizieren sind.

19. Instandhaltung von Brunnen.

Bei Brunnen ist zu untersuchen, ob dieselben gegen Eintritt von schlechtem Wasser geschützt sind.

20. Instandhaltung von Umwehrungen.

Auch auf die Instandhaltung der Umwehrungen ist das Augenmerk zu richten.

21. Instandhaltung von Wegen und Straßen.

Mangelhafte, chaussierte Wege erhalten am besten eine neue Beschotterung, nachdem die Bahn aufgerauht ist. — Fehlerhaftes Pflaster wird umgesetzt unter Verwendung von grobem, scharfem Kies.

22. Instandhaltung von Gräben, Durchlässen und Brücken.

Gräben, Durchlässe und Brücken sind zu reinigen und auszubessern. Bei eisernen Brücken sind die Auflager zu untersuchen, und ist nachzusehen, ob sich nirgends Risse oder andere Fehler zeigen. Bei Brücken werden sich in gewissen Zeitabschnitten Probebelastungen empfehlen, bei denen die Größe der Durchbiegung zu messen ist.

23. Schlußbemerkungen.

Die angeführten Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, nach welcher Richtung hin sich die Instandhaltungsarbeiten zu erstrecken haben. Nochmals mag hervorgehoben werden, daß besonders vor Eintritt der nassen und kalten Jahreszeit für dichte Dächer, Dachrinnen und Abfallrohre zu sorgen ist.

Bei Anlagen, in denen der Betrieb zu gewissen Zeiten ruht, wie in Zuckerfabriken, Ziegeleien u. dergl., wird in diesen Zeiten nicht nur die ganze bauliche Anlage gründlich nachgesehen und ausgebessert werden, sondern es werden sich diese Untersuchungen auch auf die ganze maschinelle Einrichtung zu erstrecken haben.

L. Abänderungen und Erweiterungen.

1. Neubauten und Erweiterungsbauten. Allgemeines.

Instandhaltungsarbeiten an älteren Gebäuden lassen sich nur so lange rechtfertigen, solange durch dieselben die Gebäude sich in einem für einen ordentlichen Betrieb der Fabrik brauchbaren Zustand erhalten lassen, und solange außerdem die Instandhaltungskosten bedeutend geringer bleiben als die Kosten für Verzinsung und Tilgung des für einen Neubau erforderlichen Kapitals.

Reichen die vorhandenen Baulichkeiten für den gesteigerten Betrieb nicht mehr aus, so wird eine Vergrößerung durch Anbau bzw. Neubau ins Auge zu fassen sein.

2. Rücksichtnahme auf spätere Erweiterungen gleich bei der ersten Anlage.

Es wurde weiter oben wiederholt darauf hingewiesen, daß schon bei Wahl des Bauplatzes auf eine solche spätere Vergrößerung Bedacht zu nehmen ist, und daß bei Errichtung der Gebäude, bei Gruppierung derselben, bei Wahl der Abstände zwischen den einzelnen Gebäuden, bei Anordnung des Innern, sowie bei Wahl der Konstruktionen und Grundrißformen auf solche Erweiterungen Rücksicht zu nehmen ist, so daß sie sich später mit möglichst geringen Kosten und ohne wesentliche Störung des Betriebes vollziehen lassen.

Die Anlage ist von vornherein so zu errichten, daß auch nach den späteren Erweiterungen der Betrieb ein wohlgeordneter und möglichst billiger ist, und daß auch dann die nötige Ordnung aufrechterhalten bleibt und an der erwünschten Übersichtlichkeit nichts verloren geht. Gewisse Teile der Fabrikanlage, wie z. B. Maschinen- und

Kesselhaus oder hohe Schornsteine, wird man oft zweckmäßig von vornherein in solchen Größen herstellen, daß sie auch einem gesteigerten Betriebe gewachsen sind.

3. Gründliche Abhilfe auf längere Dauer.

Hat man sich zu einer Erweiterung der Anlage entschlossen, so stelle man sie gleich so groß her, daß für längere Zeit dem Raumbedürfnis abgeholfen wird, so daß nicht nach kurzer Zeit abermals Vergrößerungen notwendig werden.

4. Erneute Beachtung baupolizeilicher und gewerberechtlicher Vorschriften.

Bei allen größeren, baulichen Veränderungen und bei Neubauten sind wiederum die baupolizeilichen Vorschriften sorgfältig zu beachten. Es ist auch hier wieder die baupolizeiliche Genehmigung einzuholen. Ebenso versäume man nichts, was notwendig ist, um bei solchen Vergrößerungen den Bedingungen und Vorschriften der Feuerversicherungsgesellschaft, bei der die Fabrikanlage versichert ist, rechtzeitig nachzukommen.

Ob in dem einzelnen Falle auch eine erneute gewerbepolizeiliche Genehmigung nachzusuchen erforderlich ist, besagt § 25 der Gewerbeordnung, den wir daher hier im Wortlaut folgen lassen:

„Die Genehmigung zu einer der in den §§ 16 und 24 bezeichneten Anlagen bleibt so lange in Kraft, als keine Änderungen in der Lage oder Beschaffenheit der Betriebsstätte vorgenommen werden, und bedarf unter dieser Voraussetzung auch dann, wenn die Anlage an einen neuen Erwerber übergeht, einer Erneuerung nicht. Sobald aber eine Veränderung der Betriebsstätte vorgenommen wird, ist dazu die Genehmigung der zuständigen Behörde nach Maßgabe der §§ 17 bis 23 einschließlich beziehungsweise des § 24 notwendig. Eine gleiche Genehmigung ist erforderlich bei wesentlichen Veränderungen in dem Betrieb einer der im § 16 genannten Anlagen. Die zuständige Behörde kann jedoch auf Antrag des Unternehmers von der Bekanntmachung (§ 17) Abstand nehmen, wenn sie die Überzeugung gewinnt, daß die beabsichtigte Veränderung für die Besitzer oder Bewohner benachbarter Grundstücke oder das Publikum überhaupt neue oder größere Nachteile, Gefahren oder Belästigungen, als mit der vorhandenen Anlage verbunden sind, nicht herbeiführen werde.

Diese Bestimmungen finden auch auf gewerbliche Anlagen (§§ 16 und 24) Anwendung, welche bereits vor Erlaß dieses Gesetzes bestanden haben."

Zuwiderhandlungen werden im § 147 mit Geldstrafe bis zu 300 Mark und im Unvermögensfalle mit Haft bedroht.

Im übrigen ist das Verfahren bei Veränderung gewerblicher Anlagen dasselbe wie bei Errichtung neuer.

Bei allen Erweiterungen ist auch große Sorgfalt darauf zu verwenden, daß alle unterstützten Teile sorgfältig mit provisorischen Stützen versehen werden, ehe man an die Entfernung der alten geht.

M. Musterbeispiele.

1. Das neue Werk Nürnberg

der Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G."

... mustergültig hergestellten Fabrikanlage führen ... Nürnberg der „Vereinigten Maschinenfabrik ... Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G." an. Die ... sind der „Zeitschrift des Vereins deutscher In... (Abb. 1—3 und Tafel I u. II).

... hatte sich eine Verlegung des alten Nürnberger ... erwiesen, da das Grundstück desselben eine ... nicht zuließ. Es gelang südlich von der Stadt ... von $1^1/_2$ km ein Grundstück von ausreichender ... Dasselbe besitzt Kanal- und Bahnanschluß. Die ... bot Gelegenheit für Errichtung gesunder ...

... wurde 1897 nach dem Entwurf der Gesamtanlage ... Firma Baurat Dr.-Ing. Rieppel begonnen und ... Arbeiten wurden von der Firma selbst ohne ... Das Baubureau stand unter Leitung eines ... und eines Architekten. Wichtige Fragen wurden ... Werkabteilungen beraten und von der Direk...

... wurde der Betrieb so lange aufrechterhalten, bis ... nach und nach in das neue Werk übergehen ... errichteten Werkstätten für Eisenhochbau ... Eisenkonstruktionen der Neuanlage hergestellt. ... einschließlich Grunderwerb und Einrichtung be... Millionen Mark.

... des Baues, der zeitweise bis 800 Bauarbeiter be... sich in der Umgebung des neuen Werkes eine ... zahlreiche Arbeiterfamilien in die Nähe der ... konnten. Das Werk beschäftigt über ...

... 26,128 ha mit 8,18 ha überbauter Fläche ... Werk, 4,24 ... 0,279 ha überbauten Fläche ... 3,242 ha mit 0,301 ha ... das Verwaltungsgebäude mit Gartenanlagen enthalten ... mit 2,465 ha war als Straßenkörper abzutreten.

Sämtliche W... ..., soweit erreichbar, nach dem Güterbahnhof ... Zum bequemen Verkehr zwischen den

einzelnen Werkstätten und mit dem Bahnhof wurden parallele Längsgleise mit 40—45 m Abstand und senkrecht hierzu mit etwa 130 m Abstand mechanisch betriebene Planschiebebühnen angeordnet, woraus sich die Längen der Gebäude zu etwa 100 m und die Breiten zu 26—32 m ergaben.

In dem beigefügten Lageplan (Abb. 1) sind die Wagenwerkstätten mit *W*, das zugehörige Sägewerk mit *S*, die Maschinenwerkstätten mit *M*, die Gießereien mit *G*, die Eisenhochbauwerkstätten mit *E* und die allgemeinen Zwecken dienenden Baulichkeiten mit *A* bezeichnet.

Um die Transporte billig zu gestalten, sind die Gebäude meist eingeschossig angelegt. Nur die Magazine, Modellböden und die für



Abb. 1. Lageplan: „Werk Nürnberg".

leichtere Arbeiten bestimmten Seitengalerien der Montierhallen sind mehrstöckig erbaut. Die Höhe richtete sich nach dem jeweiligen Bedürfnis. Die Gebäude sind teils in Ziegel-, Roh- oder Putzbau, teils in Stampfbeton ausgeführt, je nach den örtlichen Arbeitsbedingungen und nach den Baustoffpreisen zur Zeit der Ausführung. Die hohen Gebäude haben Gerippe aus Eisenfachwerk, das zugleich zum Tragen der Dachkonstruktion und der Laufkranbahnen ausgebildet ist. Die Seitenwände erhielten große Fenster aus Rohglas. Die Fußböden bestehen meist aus einer 14—18 cm starken Stampfbetonschicht mit Asphaltestrich. Auf diese Betonschicht konnten die Werkzeugmaschinen bei dem sehr tragfähigen Untergrunde meist direkt gestellt werden. Für die Decken und Dächer wurden 6 cm starke, der Firma patentierte Bimsbetondecken mit Eiseneinlage verwandt, welche fest, leicht, schalldämpfend, wärmeisolierend und dabei feuersicher sind.

Als Dachdeckung ist der Bimsbeton mit Holzzement oder durch Dachpappe gedichtet und mit Kies beschüttet. Die Dachbinderweite beträgt 6 m. Jedes zweite Feld erhielt ein quer zur Gebäuderichtung fast über die ganze Gebäudetiefe laufendes Oberlicht von 4 m Breite aus geripptem Rohglas. Die Beleuchtung ist vorzüglich und schattenlos. Unter den Oberlichtern, die im Sommer mit Kalkmilch bestrichen werden, befinden sich Drahtschutzgitter.

Bei Dunkelheit wird die Beleuchtung durch 700 Bogenlampen und 3000 Glühlampen bewirkt.

Mit Ausnahme der Schmiede und der Gießereien werden alle Werkstätten mit Niederdruckdampfheizung erwärmt. Alles Konden-



Abb. 2. Gesamtansicht: „Werk Nürnberg“.

sationswasser fließt durch unterirdische Rohrleitungen dem Kraftwerk zur Kesselspeisung zu.

Zur Lüftung dienen bequem zu handhabende Lüftungsklappen in den Seitenfenstern und Oberlichtern.

Besondere Wasch- und Ankleideräume sind in allen einzelnen Werkstätten angeordnet.

Ebenso sind alle Werkstätten mit leistungsfähigen Hebezeugen für schwere Teile ausgerüstet, darunter mit 42 elektrischen, vom Werk selbst gebauten Laufkranen. Die Vollspurgleise führen 15 bis 18 m in die Hauptwerkstattgebäude bis unter die Laufkrane hinein.

Die Arbeitsmaschinen werden meist elektrisch angetrieben.

Das Wasser, von dem täglich 500—600 cbm verbraucht werden, wird aus sechs Brunnen von 25—40 m Tiefe entnommen. Zur Reserve ist das Werk an die städtische Wasserleitung angeschlossen. Die Entwässerung geschieht durch ein Kanalsystem von 7,7 km Länge nach der städtischen Kanalisation hin. Zur bequemeren Entwässerung ist das ganze Gelände mit einem geringen Gefälle angelegt.

Dem Verkehr dienen Vollspurgleise in Gesamtlänge von 8 km und zahlreiche Schmalspurgleise, drei eigene Dampflokomotiven und sieben elektrisch betriebene, unversenkte Schiebebühnen. Das ganze Werkgebiet ist von einer Mauer umschlossen. Die beiden Haupteingänge werden durch Pförtner bewacht. Bei den Pförtnerhäusern befinden sich Schuppen für die Kontrollmarkentafeln und für die Fahrräder (Abb. 2).

Bureaus und Werkstätten sind an zwei getrennte Fernsprechnetze angeschlossen, von denen das eine auch mit der staatlichen Telephonleitung verbunden ist.

Sämtliche Uhren des Werks werden von einer Zentrale aus elektrisch geregelt. Von hier aus wird auch Beginn und Ende der Arbeitszeit und der Pausen durch elektrische Klingelsignale angezeigt.

Maschinen und Kessel sind in einem gemeinsamen Gebäude untergebracht. Es sind vier vereinigte Flammrohr-Heizröhrenkessel von je 250 qm Heizfläche und drei ältere Heine-Wasserrohrkessel von je 215 qm Heizfläche vorhanden. Zwei der letzteren werden mit Holzspänen geheizt, die durch eine 180 m lange Leitung von der Späneabsaugung der Holzbearbeitungswerkstätte zugeführt werden. Die Steinkohlen für die übrigen Kessel passieren eine selbsttätige Wage, so daß der Brennstoffverbrauch genau überwacht wird. Ein Schornstein von 55 m Höhe und 2,5 m oberem Durchmesser erzeugt den nötigen Zug. Im Maschinenraum befindet sich eine stehende Verbundmaschine von 250 PS. und zwei liegende Tandemmaschinen von je 500 PS. Für Erweiterung ist genügender Platz vorgesehen. Im Winter wird der Abdampf von 1—2 Maschinen zum Heizen verwandt. Die Dampfmaschinen sind mit Gleichstromdynamos unmittelbar gekuppelt.

Die Wagenbauwerkstätten befinden sich im nördlichen Teil des Werkes und nehmen einen bedeutenden Raum ein. Die Holzstämme gelangen mit der Bahn nach den Holzlagerplätzen und von da nach dem Sägewerk (S_1); sie werden zum Trocknen im Freien oder in Schuppen aufgestapelt und, wenn sie gleich zur Verwendung kommen sollen, in Kammern mittels Dampfheizung künstlich getrocknet. Sie gelangen dann in die Holzbearbeitungswerkstätte (W_6), darauf in die Schreinerei (W_4) oder in die Aufschlagewerkstätte (W_3). Hierhin gelangen auch die fertigen Untergestelle aus der Gestellmacherei (W_9), sowie die sonstigen Eisenteile aus der Schmiede (W_1) oder aus der



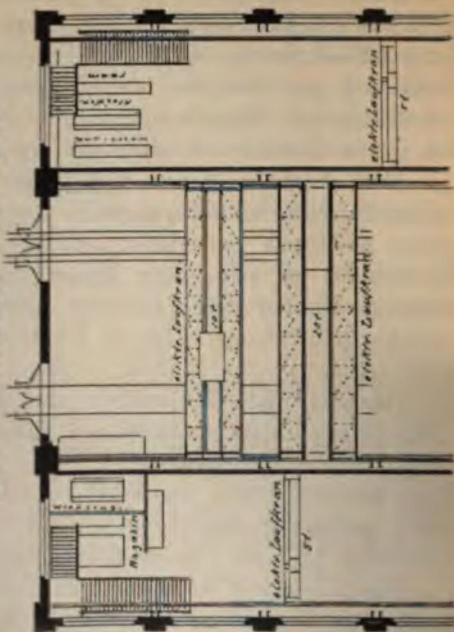


Bild 5. Montierungshalle, Grundriss.



Bild 4. Werkstatt für Gasmotoren.

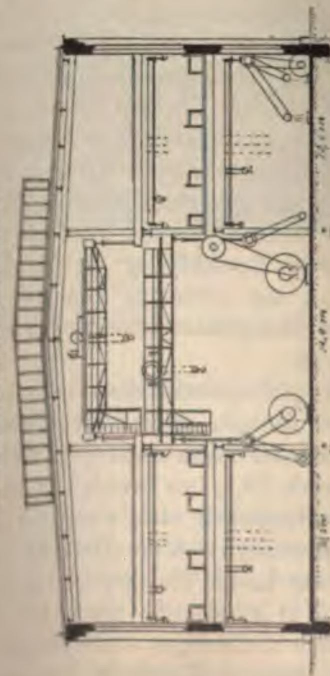


Bild 3. Holzbearbeitungswerkstätte.



Musterbeispiel 1. Werk Nürnberg.

Schlosserei (W_2). In der Nähe der Gestellmacherei befindet sich das Trägerlager und der Achsenpark. Die fertiggestellten rohen Wagen gelangen dann in die Lackiererei (W_5) sowie in die daneben gelegene Sattlerei (W_7). Die fertigen Wagen werden, zu ganzen Zügen zusammengestellt, durch Lokomotiven fortgeschafft. Luxuswagen werden in einem besonderen Gebäude (W_8) hergestellt.

Das Sägewerk (S_1) besitzt ein eigenes Kraftwerk (A_1), in welchem die Sägespäne sofort Verwendung finden. Durch unterirdische Transmissionen werden sieben Vollgatter, zwei Spaltgatter, zwei Horizontalgatter, ein Einspännergatter, zwei Bandsägen, 17 Kreissägen, zwei Pendelsägen, eine Wagenkreissäge und mehrere Sägeblattschärfmaschinen



Abb. 3. Innenansicht der Holzbearbeitungswerkstatt.

angetrieben. Die Späne werden mittels einer Absaugeanlage zum Kesselhaus geschafft.

Die Holzbearbeitungswerkstätte (W_6), Tafel I, Abb. 3, enthält 81 Holzbearbeitungsmaschinen mit Gruppenantrieb. Zur Aufnahme der Transmissionen ist die ganze Anlage unterkellert. Nur die eigentlichen Antriebriemen durchdringen den Fußboden und sind in der Werkstatt mit Kasten umkleidet. Die vorzügliche Staubabsaugungsanlage wurde von dem jetzigen Professor Dr. Prandtl-Hannover, der damals im Dienste des Werkes stand, eingerichtet. In der Werkstatt herrscht stets eine frische, staubfreie Luft, die in $13^1/_2$ Minuten erneuert wird. Zugluft ist nicht vorhanden, da die Luft durch die Oberlichte eintritt (Abb. 3).

Die Schmiede (W_1) besteht aus einem höheren Mittelschiff von 12 m und zwei Seitenschiffen von je 7 m Breite (Tafel I, Abb. 1). Die Beleuchtung geschieht durch Fenster in den Seitenwänden sowie durch solche im Dach und in dem Lüftungsaufbau. Die Dacheindeckung besteht wegen der Rauchgase aus Falzziegeln. Im Mittelschiff sind die meisten Dampfhämmer, im nördlichen Seitenschiff Exzenterpressen, Luft- und Fallhämmer, Scheren, Warmsägen und Ventilatoren, im südlichen zwei Flammöfen und drei Dampfhämmer mit Unterdampf von je 1500 kg Bärgewicht aufgestellt. An den Wänden befinden sich 45 kleinere Schmiedefeuer, an den Säulen 38 größere Feuer für die Dampfhämmer, meist zu zweien. Die Windleitungen sind im Boden verlegt und bestehen aus Tonröhren, die mit Asphalt gedichtet sind.

In der Maschinenbauabteilung war die Durchführung eines regelmäßigen Fabrikationsganges wegen der Verschiedenartigkeit der Erzeugnisse viel schwieriger als im Wagenbau. Die Werkstätten für den Dampfmaschinen-, Motoren- und Pumpenbau, welche hauptsächlich Gußeisen verwenden, sind mit den zugehörigen Lagern und Gießereien im südlichen Teil des Geländes angeordnet, wohingegen die Werkstätten für Hebezeuge, Drehscheiben und Schiebebühnen, welche viel Eisenkonstruktionen erfordern, sowie die Rohrbiegerei für Heizungs- und Brauereieinrichtungen in die Nähe der Werkstätten (E) für Eisenhochbau verlegt sind. Die Gießereien (G_1, G_2) erhalten die Modelle aus der Modelltischlerei (G_3) und dem Modellhause (G_4), die Rohstoffe von den südlich gelegenen Lagerplätzen (Tafel II, Abb. 1). Die fertigen Gußstücke werden auf Gleisen oder durch Krane nach den Montierwerkstätten (M_2 und M_4) befördert oder nach der Dreherei (M_1).

Die Modelltischlerei ist mit einer Staubabsaugungsanlage versehen. Sie enthält in dem viergeschossigen Gebäude (M_3) im ersten Stock eine Lehrlingswerkstatt, in den übrigen Stockwerken ebenso wie die gleich gebaute Sattlerei (W_2) Modelle. Alle Geschosse sind feuerfest gebaut und nur durch eine außerhalb des Gebäudes liegende Treppe verbunden.

In der Gießerei (G_1 des Lageplanes und Tafel II) ist eine besondere Sorgfalt auf billige Beförderung der großen Massen schwerer Rohstoffe verwandt. Letztere gelangen mittels Lokomotiven auf einer 1 : 30 geneigten Rampe nach den Lagerplätzen hinter der Gießerei, die mit dem Gichtboden der Schmelzöfen in gleicher Höhe liegen und durch eine Brücke verbunden sind, so daß die Rohstoffe mittels Gleise direkt nach den Gichten der Kuppelöfen befördert werden können.

Das Gießereigebäude ist 102 m lang und 50 m breit und enthält ein Mittelschiff von 20 m und zwei Seitenschiffe von je 15 m *Spann*weite.

Tafel II.

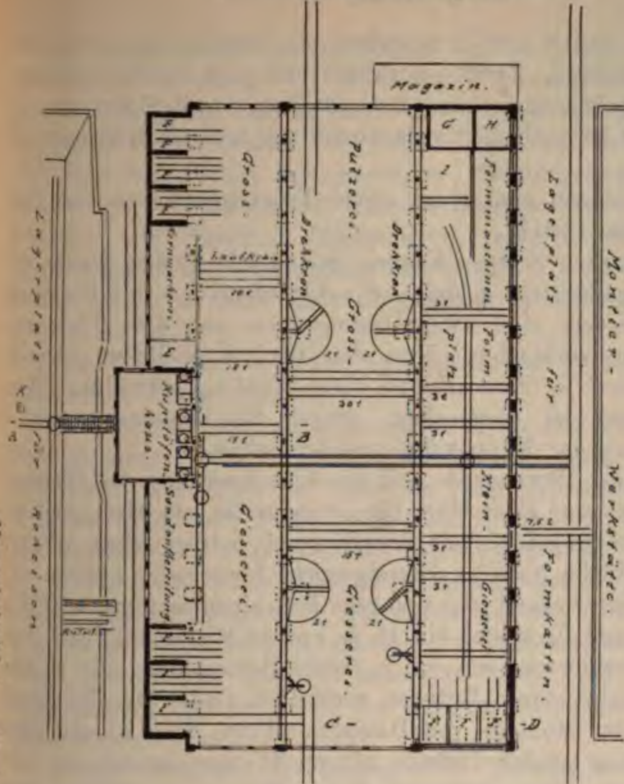


Bild 1. Gießerei. Grundriß.

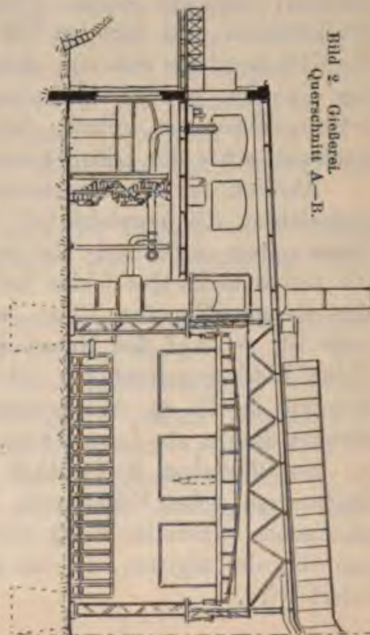


Bild 2. Gießerei. Querschnitt A—B.

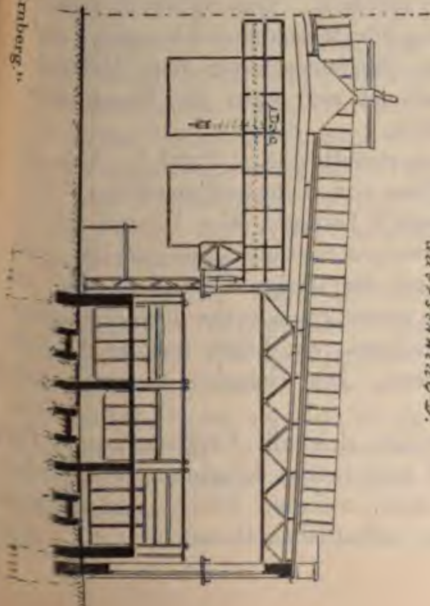


Bild 3. Giesserei. Querschnitt C-D.

Musterbeispiel 1. „Werk Nürnberg.“

Das Mittel- und Südschiff enthalten die Großgießerei, das Nordschiff die Kleingießerei. Zwölf Laufkrane und vier Drehkrane dienen ebenso wie Schmalspurgleise und Drehscheiben der Beförderung.

Im Südschiff ist auch die Sandaufbereitung und die Kernmacherei untergebracht.

Über die Gießerei sind neun große Trockenkammern und eine kleinere für Kerne verteilt.

Der aus ziemlich festem Keuper bestehende Boden wurde auf 2—3 m mit Sprengmitteln gelöst und ausgehoben und mit Formsand ausgefüllt. Außerdem sind zwei Dammgruben von 4 m Tiefe und 5 m Durchmesser vorhanden. Von den fünf Kuppelöfen schmelzt einer 3000 kg, drei je 5000 kg und einer 8000 kg stündlich. Platz für einen sechsten ist vorgesehen. Durch Staubkammern werden Funken und Staub der Kuppelöfen zurückgehalten.

Anfang August 1900 wurde mit der Ausschachtung des Gießereigebäudes begonnen und Ende März 1901 bereits der erste Guß gemacht. Die jährliche Leistungsfähigkeit der Gießerei beträgt etwa 6500 t. Es können Gußstücke bis 45 t Einzelgewicht hergestellt werden.

Die hinter der Gießerei (G_1) gelegene Maschinenbauwerkstatt (M_2), Tafel I, Abb. 4 und 5, besitzt ein 15 m breites Mittelschiff und zwei mit je einer Galerie versehene, 8,5 m breite Seitenschiffe, die an den Enden des Gebäudes durch Brücken verbunden sind. Die Werkstatt dient besonders der Montage von Dampfmaschinen und ist mit allen für die Bearbeitung großer Gußteile nötigen Werkzeugmaschinen ausgerüstet, zwischen denen genügend freier Platz zum Ablegen von Werkstücken und für den Verkehr verbleibt. Das Südschiff enthält die Kleinmontage und eine Abteilung für Maschinenschlosserei. Auf den Galerien werden Kompressoren, Kältemaschinen und Materialprüfungsmaschinen gebaut; hier befindet sich auch die Steuerungsmacherei sowie die Lehrlingswerkstätte.

Ähnlich ist die Maschinenbauwerkstatt (M_4), Tafel I, Abb. 2, eingerichtet, die hauptsächlich dem Bau von Gasmaschinen dient. Die Spannweiten von Mittel- und Seitenschiff betragen hier 12 und 10 m. Die ersten sechs Querfelder haben zweigeschossige Seitengalerien und eine Gesamthöhe von 13 m, während der übrige Gebäudeteil 10 m hoch ist. — Auf den Galerien des ersten Stockwerks befinden sich kleine Werkzeugmaschinen, die Anreißerei, ein Lager fertiger Kleinmotoren sowie ein Werkstättenbureau. Die Galerien des zweiten Stockes dienen als Lagerräume.

Im südlichen Seitenschiff befindet sich ein Versuchsraum für Gasmotoren nebst Schlosserei. Das notwendige Leuchtgas wird der städtischen Gasbeleuchtung entnommen, während Druck- und Sauggas von der eigenen, in der Nähe befindlichen Gasanlage (A_3) geliefert wird.

In den Eisenhochbauwerkstätten werden Eisenkonstruktionen für Hochbauten, Brücken und Hebe- und Transportvorrichtungen hergestellt; sehr große Bauten dieser Art werden von der Gustavsburger Zweiganstalt ausgeführt. Die dreischiffige Werkstatt E_1 enthält im nördlichen Seitenschiff Bohrmaschinen, Schmirgelmaschinen, Stanzen und Pressen, im Mittelschiff eine Blechrichtmaschine und zwei große Kaltsägen, im Südschiff Blechscheren, Gelenkbohrmaschinen, kleine Eisenkaltsägen und Sägenschärfmaschinen. Alle Werkzeugmaschinen werden durch unterirdische Haupttransmissionen gruppenweise angetrieben.

Das Werk besitzt ferner eine eigene, mit Materialprüfmaschinen ausgerüstete Versuchsanstalt.

Das Hauptverwaltungsgebäude ist durch eine Straße vom Hauptwerk getrennt. Die Verbindung wird durch einen Fußgängertunnel hergestellt. Die Mitte des teilweise dreigeschossigen, kreuzförmigen Gebäudes nimmt ein Lichthof ein, der zu Ausstellungszwecken dient. Die eingeschossigen Zeichensäle haben querlaufende Oberlichte wie die Werkstätten. Zur Abendbeleuchtung dienen indirekte Bogenlampen und Glühlampen an jedem Zeichenbrett. Das Gebäude ist aus Ziegelmauerwerk und Stampfbeton mit Bimsbetondecken ausgeführt. Gänge und Zimmer sind mit Linoleum belegt und mit Niederdruckdampfheizung versehen. Auf den Gängen befinden sich gegen Feuersgefahr Schlauchkasten.

In der Mitte der Werkstattgebäude befindet sich ein besonderes, dreigeschossiges Verwaltungsgebäude (M_3) mit den Gießerei-, Betriebs-, Lohnbureaus u. dergl. Daneben liegt die Kantine, in der die Arbeiter zu mäßigem Preise während der Frühstücks- und Mittagspause kalte und warme Speise sowie Bier erhalten. Für die Lehrlinge ist über der Kantine ein besonderer Aufenthaltsraum vorhanden.

Hier befinden sich auch die Unterrichtsräume und Lehrerzimmer, sowie eine Badeanstalt und Wäscherei.

Im Pförtnerhaus befindet sich auch die Station des ständigen Heilgehilfen mit einem Arbeits-, Sprech- und Wartezimmer sowie einem Vorratsraum.

Die in der Nähe des Hauptverwaltungsgebäudes (1) gelegene Wohnkolonie (2) umfaßt bisher 18 Arbeiterhäuser mit 98 Wohnungen und ein Beamtenhaus für drei Familien. Nach völligem Ausbau wird dieselbe etwa 410 Wohnungen enthalten. Auch ist die Errichtung eines eigenen Schulgebäudes in Aussicht genommen. Die Kolonie ist an die Wasserversorgung und Kanalisation sowie für die allgemeine Hausbeleuchtung an die elektrische Anlage des Werkes angeschlossen.

2. Portlandzementfabrik Rudelsburg bei Bad Kösen.

Als zweites Beispiel einer mustergültigen Fabrikanlage führen wir in folgendem die Portlandzementfabrik Rudelsburg der Sächsisch-Thüringischen Aktiengesellschaft für Kalkverwertung an (Abb. 1—5 und Tafel III).

Diese Fabrik liegt an dem linken Saaleufer ungefähr 2 km oberhalb der Stadt Kösen hart an der Eisenbahn Halle—Erfurt und an der zur Badezeit außerordentlich belebten Kurpromenade. Besondere Schwierigkeiten entstanden daraus, daß seitens der Behörden verlangt war, daß sowohl die Arbeitsräume als auch die Umgebung der Fabrik

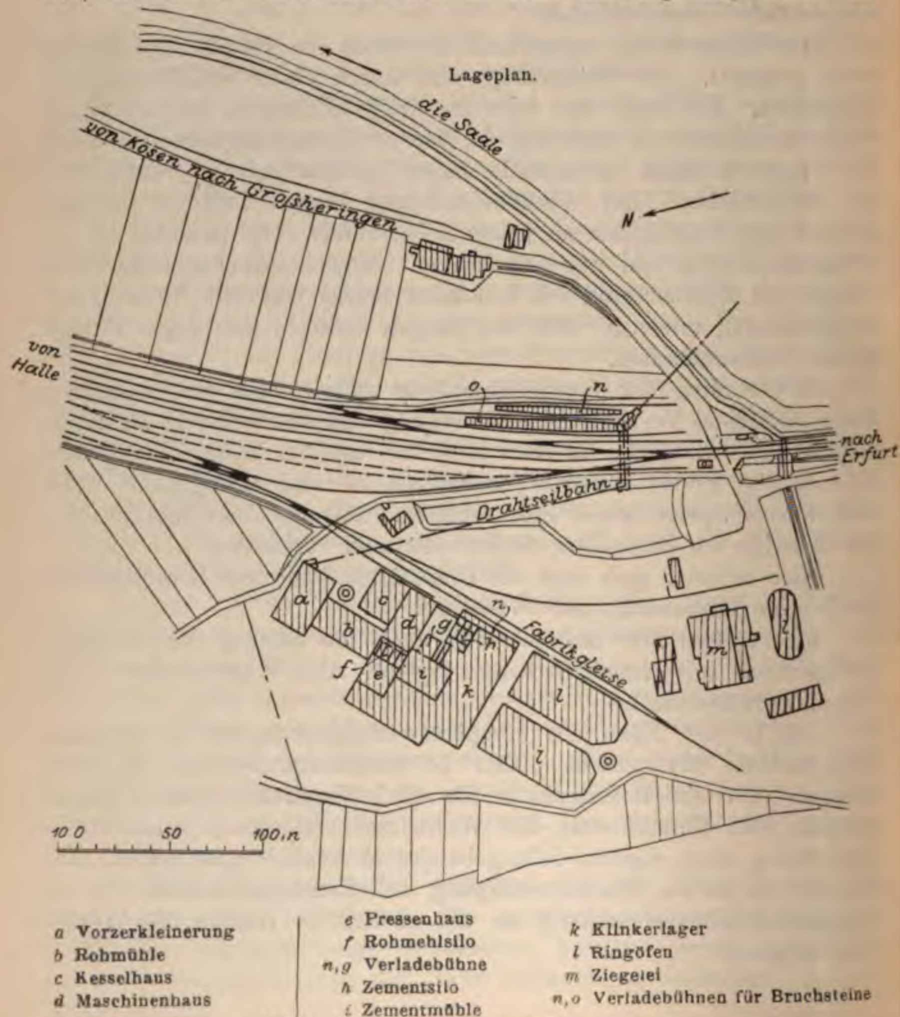


Abb. 1. Lageplan der Zementfabrik Rudelsburg.

völlig staubfrei bleiben müßten. Bei der großen Enge des Saaletals am Fabrikorte hätten hohe Schornsteine den Staub bei westlichen Winden nach dem hinter den Höhen liegenden Ort Kösen und seinen Anlagen geführt. Der Staub mußte daher sofort am Entstehungsort beseitigt und unschädlich gemacht werden.

Diese harte Bedingung ist in der vorliegenden Anlage, deren Maschineneinrichtung von der Braunschweigischen Mühlenbauanstalt Amme, Giesecke & Konegen hergestellt ist, in vorzüglicher Weise erfüllt worden. Sowohl auf dem Fabrikhofe wie in der Umgegend ist nicht die mindeste Staubablagerung wahrnehmbar.

Die Zementfabrik ist für eine Jahreserzeugung von 300000 Faß erbaut. Die Baulichkeiten, Transmissionen und Transportvorrichtungen sind jedoch gleich so eingerichtet, daß die Leistung durch Hinzufügung der erforderlichen Zerkleinerungsmaschinen auf 450000 Faß im Jahre erhöht werden kann. Die allgemeine Anordnung der Anlage, die aus dem beigefügten Lageplan (Abb. 1) und den Ansichten (Abb. 2 und 3) hervorgeht, ist so getroffen, daß sich möglichst kurze Transporte der Rohstoffe ergeben, so daß bei Tag- und Nachtbetrieb in der ganzen Anlage (mit Ausschluß des Ofenbetriebes) überhaupt nur 14 Mann beschäftigt sind.

Die die Rohstoffe, Kalkstein und Ton, liefernden Brüche liegen zum Teil dicht neben der Fabrik, zum Teil auf dem rechten Saaleufer. Die Rohstoffe werden mittels Bleichertscher Drahtseilbahnen der Vorzerkleinerung zugeführt und auf die 4 m über dem Boden liegende Beschickbühne der Steinbrecher abgestürzt. Die Eisenbahngleise überschreitet die Drahtseilbahn mittels einer langen Schutzbrücke.

Mit Ausnahme der Ringöfen *l* sind sämtliche Gebäude der Anlage zusammenhängend angeordnet (siehe Lageplan und den Grundriß auf Tafel III). Die Vorzerkleinerung *a* befindet sich in dem äußersten Quergebäude an der rechten Seite und lehnt sich an die Rohmühle *b*. Zwischen dieser und der Zementmühle liegt der Rohmehlsilo. Letzterer ist in seinen Fundamenten vollständig abgeschieden und besteht in diesen sowie in dem unteren Teil aus Beton, in den Wänden aus Holzpackung. Er dient zur Lagerung des Rohmehls, um den Betrieb der Steinpressen auf den Tag beschränken zu können, während die Vorzerkleinerung und die Rohmühle Tag und Nacht arbeiten. Vor allem aber dient der Rohmehlsilo zum Ausgleich der kleinen Unregelmäßigkeiten der Rohmehlmischung, so daß der Kalkgehalt in der Regel nur innerhalb $^1/_2$ % schwankt. Durch die Anfertigung der Silowände aus Holzpackung hat man erreicht, daß die Zellwände trotz der Höhe von fast 15 m und einer Spannweite der Zwischenwände von 4 m keiner Verankerung bedürfen.

Hinter dem Rohmehlsilo liegt das zweistöckige Pressenhaus. Die

hier geformten Rohsteine gelangen auf Hängebahnen in die Ringöfen, die getrennt von der übrigen Anlage am linken Ende des Fabrikgrundstücks liegen. Die Ringöfen sind von Wilhelm Eckardt in Köln entworfen. Ihr Brennkanal ist 4 m breit und 3 m hoch. Der gemeinschaftliche Schornstein besitzt 80 m Höhe und 3 m obere, lichte Weite. Die Abgase beider Öfen werden zunächst in einem Mischkanal gemischt, wodurch der Zug des Schornsteins erhöht und wechselnde, für den Ofenbetrieb störende Zugverhältnisse vermieden werden. Die gewöhnlichen Glockenkegelventile sind zweckmäßig durch

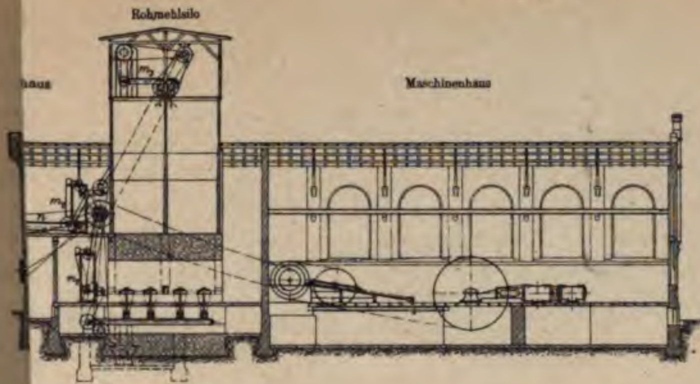


Abb. 2. Zementfabrik Rudelsburg: Vorderansicht. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

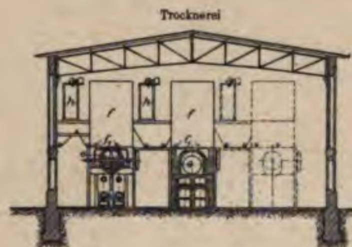
versetzbare, schmiedeeiserne Hauben ersetzt. Jede Abteilung des Brennkanals ist mit zwei Rauchabzügen an der Sohle versehen. Die Öfen haben sich vorzüglich bewährt.

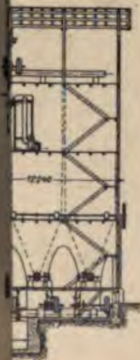
Die gebrannten Klinker gelangen in die Klinkerlager, welche die Zementmühle von drei Seiten umgeben. Nachdem die Klinker in letzterer fein gemahlen sind, gelangt der fertige Zement mittels Förderschnecken und Elevators in den freistehenden Zementsilo, der einen Fassungsraum von 12600 Faß besitzt. Er enthält sechs Zellen zu je 1600 Faß, die bis zum Boden hinabreichen, und drei Zellen zu 1000 Faß, die im ersten Stockwerk über der Sackpackmaschine

Tafel III.

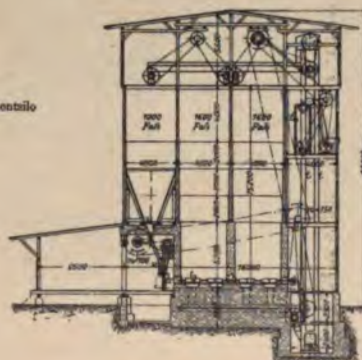


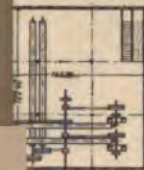


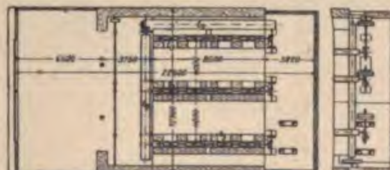




Zementsilo







und der Faßpackmaschine münden. Auch dieser Silo ist wie der Rohmehlsilo aus Beton und Holzpackung ausgeführt. Der Anbau für die Elevatoren und die Entstaubungsanlage besteht aus Holzfachwerk und ist ganz für sich konstruiert, weil sich diese beiden Teile bei der verschiedenartigen Belastung und Ausführungsart auch verschieden setzen.

Von dem Packraum aus können die fertig gepackten Fässer und die verschnürten Säcke unmittelbar von der Ladebühne in die Eisenbahnwagen verladen werden (siehe Ansicht, Abb. 2).

Abb. 3. Zementfabrik Rudelsburg: Hinteransicht. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

Die Kraftmaschinenanlage ist vor dem Rohmehlsilo so zwischen den anderen Gebäudeteilen angeordnet, daß sie nach rechts die Rohmühle und die Vorzerkleinerung, nach links die Zementmühle antreibt. Von einer fliegenden Seilscheibe der letzteren wird auch die Transmission für die Einrichtungen und Maschinen des freistehenden Zementsilos angetrieben.

Die Hauptkraftanlage besteht aus einer Dreifach-Expansionsmaschine von L. A. Riedinger A.-G., Augsburg, von ungefähr 1000 PS. Für die Jahreserzeugung von 300 Faß täglich sind nur 600 PS. erforderlich.

Zur Beleuchtung und teilweise zur Kraftübertragung dient eine Dynamomaschine *w*. Sie wird von einer über der Hauptwelle auf Konsolen gelagerten, schnellaufenden Nebenwelle angetrieben, die für gewöhnlich von der ersteren aus durch Riemen bewegt wird. Eine kleine stehende Dampfmaschine *v* bewegt die Nebenwelle, wenn man bei Stillstand der Hauptdampfmaschine elektrischen Strom zur Beleuchtung und Kraftübertragung erzeugen will.

Alle Wellen werden in Ringschmierlagern geführt. Die Hauptwelle geht durch die ganze Länge des Gebäudes hindurch. Die Ma-



Abb. 4. Rohmühle. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

schinen sind in den Einzelräumen so verteilt, daß auf beiden Seiten der Hauptscheibe gleiche Kraft abgegeben wird. Sowohl die Rohmühle mit Vorzerkleinerung als die Zementmühle mit Zementsilo können ausgerückt werden.

Neben dem Maschinenhause liegt die Dampfkesselanlage mit drei Piedbœufschen Zweiflammrohrkesseln für 12 Atmosphären Überdruck mit zusammen 250 qm Heizfläche für Braunkohlenfeuerung.

Die ganze Anlage ist höchst einheitlich gestaltet. Alle Räume sind groß, hoch, hell und luftig und so bemessen, daß die ganze Erzeugung leicht gesteigert werden kann. Durch die geschickte An-

ordnung wird die Beaufsichtigung wesentlich erleichtert. Bis auf die beiden Silos haben alle Gebäude gleiche Höhe. Das mit Fliesen ausgelegte Maschinenhaus ist unterkellert. Der helle Keller enthält die Kondensationsanlage. Das Ganze macht einen freundlichen Eindruck.

Wir wollen noch kurz den Gang der Zementfabrikation verfolgen, wie er sich in den oben geschilderten Räumen abspielt.

Die zur innigen Mischung der Rohstoffe notwendige Zerkleinerung wird in der Vorzerkleinerung und der Rohmühle vorgenommen. In der ersteren gelangen die Rohstoffe zunächst in die Steinbrecher *a*,



Abb. 5. Rohmühle. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

deren Maul nur wenig über die Beschickbühne hervorragt. Die faustgroßen Stücke fallen dann in die Kollergänge *b*, woselbst sie durch 1,8 m hohe und 0,45 m breite Hartgußläufer auf eine Korngröße von etwa 8 mm gebracht werden. Der Rohstoff enthält noch bis zu 15% Wasser und gelangt daher durch Becherwerke *d* in die Schnelltrockner *e*, von denen ebenso wie von Steinbrechern und Kollergängen zwei vorhanden sind, während Raum für einen dritten gelassen ist. Die Schnelltrockner bestehen aus etwas geneigten, 10 m langen schmiedeeisernen Trommeln, von 1,4 m Durchmesser, die innen mit Schaufelblechen besetzt sind. Der Rohstoff geht von einem zum

andern Ende der sich langsam drehenden Trommel. Die Heizgase bestreichen letztere zuerst von außen in der Richtung der Rohstoffbewegung und gehen dann durch das zu trocknende Material, welches vollständig von Wasser befreit wird. Ein großer Teil des mitgerissenen Staubes setzt sich in den Staubkammern *f* ab, der übrige wird in Staubfängern *h* durch Filterschläuche aufgefangen, während der letzte Rest in Schlemmkammern durch eingeblasenen feinen Wasserstaub niedergeschlagen wird. Auf diese Weise ist es zum erstenmal gelungen, bei einer derartigen Anlage die Luft völlig staubfrei zu machen.

Die Zerkleinerung in der Rohmühle (Abb. 4 und 5) geschieht durch zwei Maschinensätze von je drei Mahlstühlen ii_4 und zwei Rohmühlen *kk*. Auch hier sind Staubfilter *h* aufgestellt. Durch Schnecke *l* und Elevatoren $l_1 l_1$ gelangt das Rohmehl in den Rohmehlsilo, darauf in die Anfeuchtungsschnecken *n* des Pressenhauses, wo demselben etwa 8 % Wasser zugesetzt wird. Die Rohsteine werden in den darunterliegenden Dorstener Trockenpressen *o* geformt und in den Ringöfen gebrannt. Aus den Klinkerlagern *k* werden dann die Klinker den Vorbrechern *p* der Zementmühle zugeführt. Die weitere Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit wird durch drei Kugelmühlen und drei Rohmühlen besorgt, worauf der fertige Zement dem Zementsilo zugeführt wird. Die Sackpackmaschine wird ebenfalls durch eine Entstaubungsanlage gelüftet. Bei der von Amme, Giesecke & Konegen konstruierten Faßpackmaschine wird eine Staubaufwirbelung dadurch vermieden, daß der Zement durch eine schnell rotierende Packschnecke in das Faß gedrückt wird.

3. Mühlenanlage der Firma W. Krüger, Ratsmühle in Celle.

Als Beispiel einer Getreidemühlenanlage geben wir weiter eine kurze Beschreibung nebst Grundrissen, Schnitten und Ansichten von der der Firma W. Krüger gehörigen Ratsmühle in Celle (Abb. 1—13). Dieselbe wurde im Jahre 1899 von der braunschweigischen Mühlenbauanstalt Amme, Giesecke & Konegen von Grund aus neu erbaut und ist für eine Leistung von 30000 kg Roggen und 10000 kg Weizen pro 24 Stunden eingerichtet. Die Mühle wird durch eine Doppelkranzturbine von durchschnittlich 180 PS. betrieben, die sowohl bei Kleinwasser als auch bei Hochwasser, welches einen Rückstau bis zu 2 m herbeiführt, gut arbeitet. Die vorhandene Kraft wird von dem Mühlwerk allein nicht verbraucht, sondern sie dient auch noch zum Betriebe eines Wasserwerks sowie einer ausgedehnten elektrischen Beleuchtungsanlage.

Das Mühlengebäude ist 25 m lang und 15,5 m breit. Es enthält die Mühle, einen Getreidesilospeicher, die Reinigungsanlage und

ein Treppenhaus. Die letztgenannten Räume werden durch Brandmauern, die bis über das Dach reichen, von der eigentlichen Mühle abgetrennt. Das bis in das Dachgeschoß führende Treppenhaus ist durchaus feuersicher errichtet. Dasselbe verbindet die einzelnen Stockwerke miteinander. Nur von diesem Treppenhause aus ist der Ein-

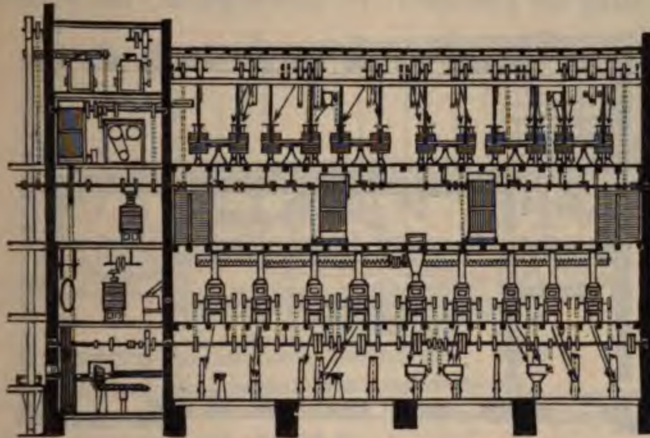


Abb. 1. Ratsmühle in Celle: Längenschnitt. Aus „Die Mühle" 1903.

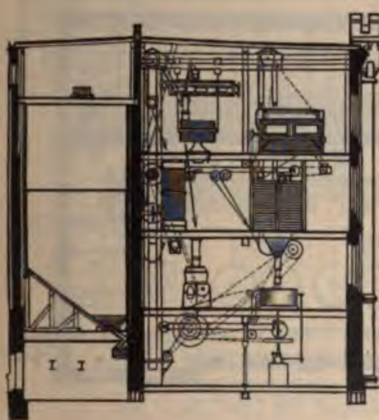


Abb. 2. Querschnitt durch Treppenhaus und Mühle. Aus „Die Mühle" 1903.

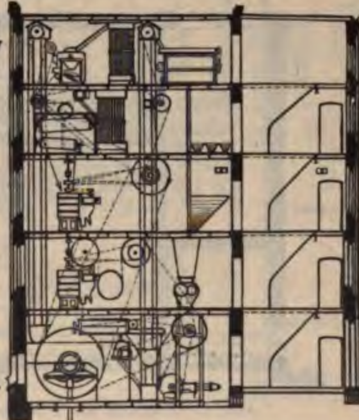


Abb. 3. Querschnitt durch Reinigung und Treppen. Aus „Die Mühle" 1903.

gang in die Mühle, in die Reinigung und in den Speicherraum mittels feuersicherer Türen möglich (Abb. 1—3).

Das Mühlengebäude besitzt außer dem Erdgeschoß drei Stockwerke. Die einzelnen Geschosse werden durch Holzbalkenlagen voneinander getrennt, die durch I-Träger und gußeiserne Säulen unterstützt werden. Die Reinigungsanlage ist wie das Treppenhaus voll-

ständig feuersicher gebaut und besitzt außer dem Erdgeschoß r
vier Geschosse.

Die ganze Anlage ist mustergültig entworfen und ausgefü
so daß nach dem Zeugnis des Besitzers die erzeugten Fabrikate
vorzüglicher Güte sind und gern gekauft werden.

Der Gang der Fabrikation ist kurz folgender: Das in Säcken

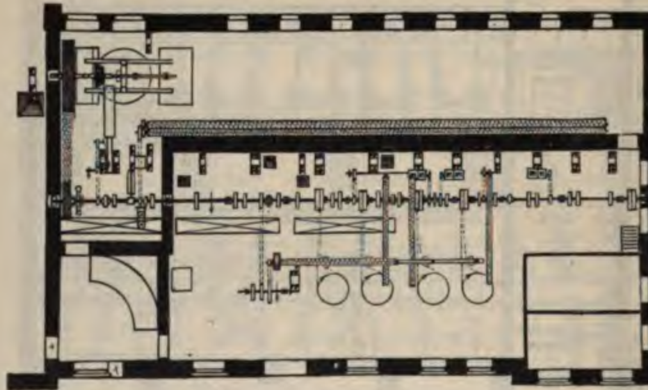


Abb. 4. Ratsmühle in Celle. Grundriß des Erdgeschosses. Aus „Die Mühle" 1903.

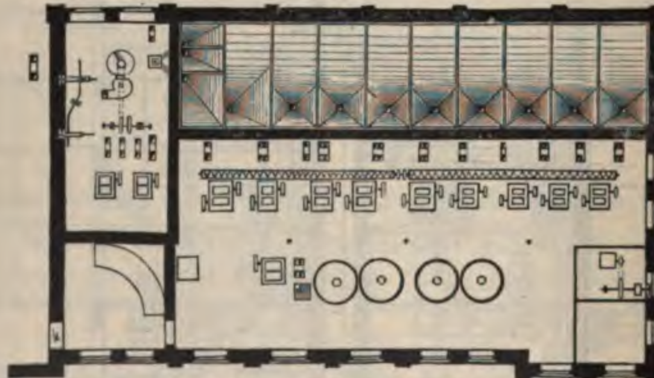


Abb. 5. Grundriß des 1. Stockwerkes. Aus „Die Mühle" 1903.

der Bahn oder mittels Schiff zur Mühle geführte Getreide wird
Speichergebäude in ein großes Becherwerk entleert, welches stünd
gut 15000 kg nach der im Dachgeschoß der Reinigung geleg
Vorreinigungsmaschine zu befördern vermag. Hier werden grö
Beimengungen entfernt, ebenso durch einen kräftigen Windst
Spreu und ähnliche leichte Teile, die in einem Schlauchfilter
sammelt werden. Durch zwei Schnecken wird das Getreide da
nach dem Schachtspeicher geschafft, der in 10 Zellen 8000 Sack

treide faßt und in sogenannter amerikanischer Holzpackung ausgeführt ist, wodurch an Verankerung und Mauerwerk gespart und das Gesamtgewicht vermindert wurde, was bei der Beschaffenheit des Baugrundes sehr wünschenswert war. Die Umfassungswände sind auch hier wie im ganzen Gebäude massiv.

Die Getreideentnahme aus den Zellen erfolgt durch zwei Schnecken

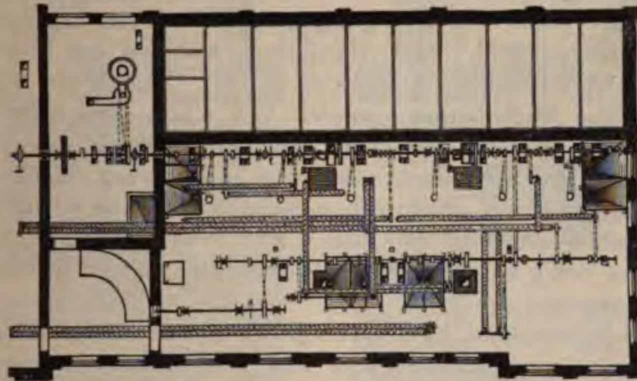


Abb. 6. Ratsmühle in Celle: Grundriß des 2. Stockwerks. Aus „Die Mühle" 1903.

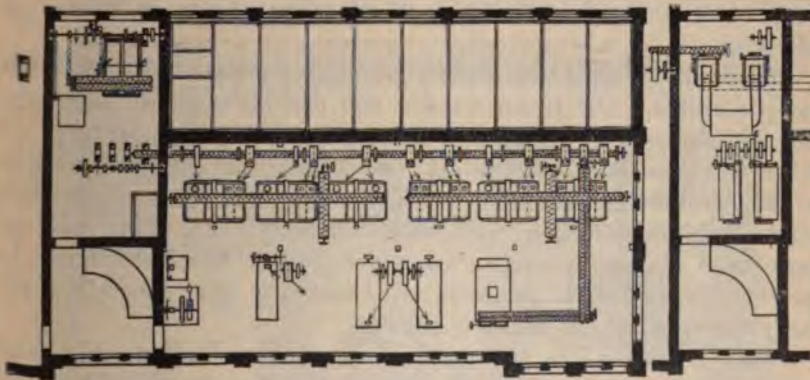


Abb. 7. Grundriß des 3. Stockwerks. Aus „Die Mühle" 1903.

Abb. 8. Grundriß des 4. Stockw. (Reinigung).

mittels doppelter, eiserner Schieber. Das Getreide gelangt zunächst nach den Vorratskammern der Reinigung, dann über eine im Erdgeschoß aufgestellte, selbsttätige Wage mittels eines Becherwerks nach dem im Dachgeschoß aufgestellten Stauber und von hier, von allen Unreinigkeiten befreit, auf eine Stufenschälmaschine. Auch hier werden Staub- und Schmutzteilchen durch eine kräftige Lüftung sofort entfernt. Nach Passieren einer Stufenbürstmaschine wird das Getreide in einer Bürstenschnecke noch von etwaigen Bärtchen und Keimen

befreit. So vollständig gereinigt, wird es durch ein Becherwerk dem über dem Quetschstuhl gelegenen Behälter zugeführt. Im Quetschstuhl, der im ersten Stock liegt, wird das Getreide nur leicht angedrückt und gelangt dann durch ein Becherwerk nach dem im Dachboden gelegenen Blaumehlzylinder. Sowohl Weizen als Roggen werden mit dieser Einrichtung gereinigt, welche eine Leistungsfähigkeit von rund 45000 kg in 24 Stunden besitzt. Es entweicht nur reine Luft, da sämtlicher Staub der Reinigungsmaschinen durch Schlauchstaubfilter abgefangen wird. Jede Handarbeit während des Reinigungsverfahrens ist vermieden (Abb. 4—8).

Sämtliche Wellenstränge werden von einem Kreisseiltriebe angetrieben, der sich ebenfalls in der Reinigung befindet.

Der Roggen wird dann nach dem Ammeschen Mahlverfahren viermal möglichst tief geschroten, zweimal werden die Griese für sich auf je einem Walzenpaar gemahlen. Alle Produkte werden auf zwei Mahlgängen fertig ausgemahlen. Gesichtet wird auf einem Plansichter Patent Konegen.

Die ausgemahlene Kleie gelangt nach dem Kleiespeicher, woselbst durch einen Zylinder grobe und feine Kleie getrennt werden.

Über einen Nachsichter gelangt das Mehl nach den beiden selbsttätigen Mehlmischmaschinen im Mehlspeicher, wo es nach Bedarf gemischt und durch selbsttätige Sackpackmaschinen in Säcke gefaßt wird.

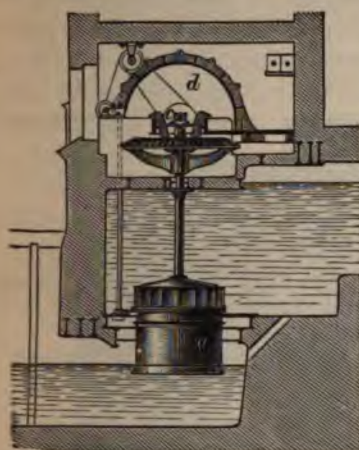
Auch der Weizen wird nach eigenem Ammeschen Verfahren fünfmal geschroten. Die Griese werden von den Plansichtern geschieden und den doppelten Gries- und Dunstputzmaschinen zugeführt. In sieben Walzenstühlen erfolgt die Vermahlung und das Fertigmahlen der letzten Erzeugnisse auf einem Mahlgang. Das Mehl von den einzelnen Sichterabteilungen wird dem Nachsichter zugeführt und gelangt dann durch Schnecken nach den beiden Mischmaschinen im Speicher. Nach Bedarf gemischt, wird dann das Mehl ebenfalls durch Sackpackmaschinen in Säcke gefaßt.

Eine Kundenmühle, bestehend aus einfachem Walzenstuhl, Mahlgang und Sichtzylinder, dient zur Verarbeitung kleinerer Getreideposten.

Zur Vermittlung des Verkehrs ist in der Nähe des Treppenhauses noch ein mit sicherer Fangvorrichtung versehener Fahrstuhl aufgestellt.

Als Betriebskraft dient das Wasser der Aller, welche unmittelbar bis zur Mühle hin schiffbar ist. Letztere wurde quer über den einen Stromarm hinübergebaut. Die Betonarbeiten wurden gleich für den Einbau von drei Turbinen ausgeführt. Ein viertes Gerinne dient als Freiwassergerinne. In dem ersten Gerinne ist eine Doppelkranzturbine eingebaut. Damit die Leistung dem jeweiligen Kraftbedarf angepaßt werden kann, sind beide Kränze mit Regelungen versehen. Die liegende

Vorgelegewelle mit 100 Umdrehungen überträgt die Kraft mittels Kreisseilbetriebs nach den verschiedenen Wellensträngen der Mühle. Drehtore dienen zum Abschließen der einzelnen Turbinenkammern, während das Freigerinne mit einer auf Rollen laufenden Schütze ver-



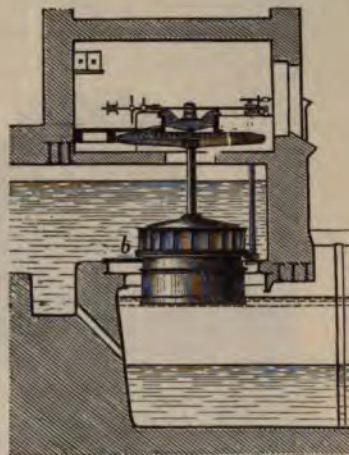


Abb. 9. Schnitt durch die Mittelwasserturbine. Abb. 11. Schnitt durch die Hochwasserturbine. Ratsmühle in Celle. Aus „Die Mühle“ 1903.

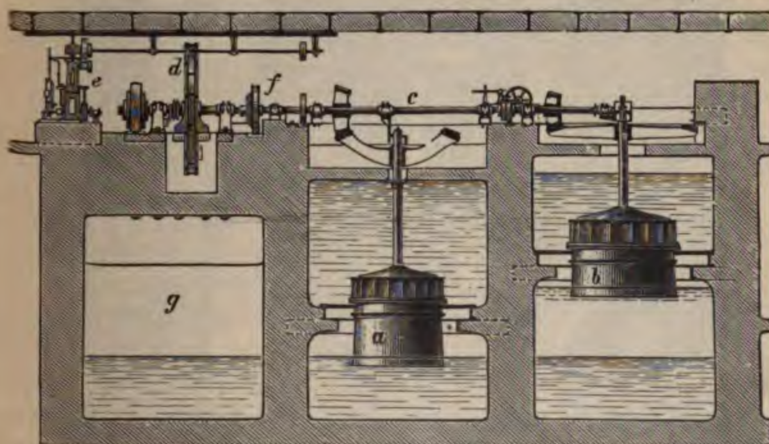


Abb. 10. Längenschnitt. Aus „Die Mühle“ 1903.

sehen ist. Die Unreinigkeiten des Wassers werden durch ein gemeinsames Krautgitter aufgefangen, welches vor der der Mühle vorgebauten Brücke geneigt in den Fluß eingebaut ist, um schwimmendes Eis nach dem Freigerinne hin abzulenken.

Die überschüssige Kraft wurde später durch Übertragung nach

der Papierfabrik von Drewsen in Celle nutzbar gemacht. Zu diesem Zwecke wurden von der Firma Amme, Giesecke & Konegen zwei Simplexturbinen in die beiden vorgesehenen Kammern eingebaut



Abb. 12. Ratsmühle in Celle: Ansicht.

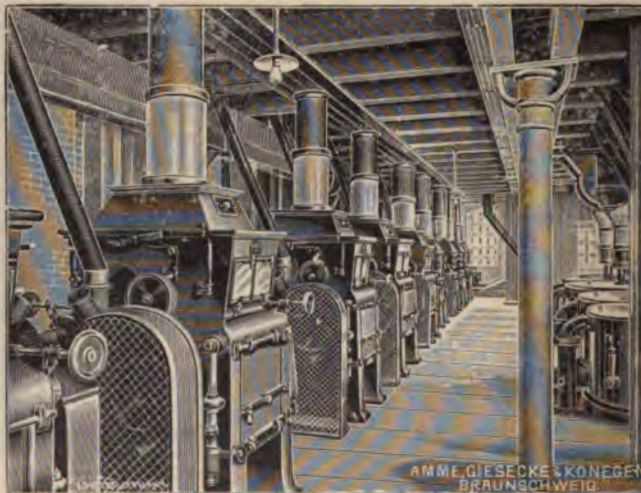


Abb. 13. Ratsmühle in Celle: Walzenstuhlboden.

(Abb. 9—11). Die eine *a* dieser Turbinen leistet bei 3,4 m Gefälle 180 PS., die andere *b* dient als sogenannte Hochwasserturbine. Si soll in Betrieb kommen, sobald das Gefälle auf 1,80 m zurückgegange ist, und leistet dann noch 100 PS. Beide Turbinen treiben eine Vo

gelegewelle *c* mit 150 minutl. Umdrehungen, welche unmittelbar mit dem Drehstromgenerator für die Umwandlung der mechanischen Kraft in elektrische gekuppelt ist. Diese beiden Turbinen wurden ohne jede Betriebsstörung für die Mühle von oben her eingebaut, ohne daß ein Abdämmen oder Wasserpumpen notwendig war. Die Turbinenwellen werden von Trägern mittels Ringspurzapfen getragen.

Sämtliche Wellenleitungen, bewegten Maschinenteile und Riemenzüge, die im Bereiche des Personenverkehrs liegen, sind durch Schutzvorrichtungen sicher eingeschlossen. Die Wellenleitungen bestehen aus poliertem Stahl und sind mit Ringschmierlagern versehen. Die Riemscheiben sind geteilt ausgeführt, so daß sie leicht ausgewechselt werden können, ohne die Wellenleitung auseinandernehmen zu müssen.

Abb. 12 gibt die Ansicht des Gebäudes und Abb. 13 die innere Ansicht des Walzenstuhlbodens wieder.

4. Dampfziegeleianlage „System Dannenberg“ für eine Jahresproduktion von 5 bis 6 Millionen Mauerziegel.

Auf Tafel IV geben wir ferner Grundrisse, Schnitte und Ansichten, sowie einen kleinen Lageplan einer Dampfziegeleianlage „System Dannenberg“ für eine Jahresproduktion von 5 bis 6 Millionen Mauerziegel oder dementsprechend andere Ware.

Solche und ähnliche Anlagen sind in großer Anzahl von dem Technischen Bureau für Ziegeleianlagen „August Dannenberg“, G. m. b. H. zu Görlitz, in mustergültiger Weise entworfen und ausgeführt worden, z. B. für Herrn Leipziger in Breslau, Pluder in Schwoitsch bei Breslau, für das Breslauer Eisenwerk, für Oberamtmann Langner in Bischofswalde bei Breslau, Sturm in Moys bei Görlitz, Friedrichs in Gotha, Schramm in Fischern bei Karlsbad usw.

Die Zeichnungen zeigen die Hauptteile einer modernen, der Neuzeit entsprechenden Ziegeleianlage. In der Mitte des Lageplanes liegt das Hauptgebäude mit dem Parallelringofen, dem Schornstein, der Trockenanlage, dem Maschinen- und Kesselhaus. Um an Transportkosten zu sparen, wird dies Gebäude in möglichster Nähe des Tonlagers errichtet. Parallel mit dem Hauptgebäude sind rechts und links zwei Trocken- und Lagerschuppen angeordnet. Neben dem Haupteingang liegt an der Straße das Verwaltungsgebäude. Daneben mit besonderem Zugang liegt ein Wohngebäude für den Ziegelmeister und den Brenner. Die Baukosten der ganzen Anlage belaufen sich auf rund 150 000 Mark ausschließlich Grundstück und Tonlager.

Den größten Teil des Hauptgebäudes nimmt im Erdgeschoß der Ringofen ein, der mit 18 Kammern oder Abteilungen versehen ist. Der 50 m hohe Schornstein befindet sich an dem einen Ende des Ofens und darf mit diesem natürlich nicht in Verband ausge-

werden, weil bei der sehr verschiedenen Höhe dieser beiden Teile sich das Mauerwerk auch sehr verschieden setzt. Von dem 1. Stockwerk aus wird der Ringofen durch Heizschächte, die sich in seiner gewölbten Decke befinden, mit Brennmaterial versehen. Diese Heizschächte sind gewöhnlich durch eiserne Deckel geschlossen, deren Ränder zur besseren Dichtung in sandgefüllte Rinnen tauchen. Von hier aus werden auch die Glockenkegelventile zur Leitung und Regelung der Verbrennungs- und Schmauchluft, sowie der Verbrennungsgase bedient. In dem zweiten Stockwerk befindet sich eine Trockenanlage für die geformten Steine, welche in vorteilhafter Weise die ausstrahlende Ofenwärme ausnutzt, so daß der Betrieb auch im Winter fortgesetzt werden kann, zu welcher Zeit die beiden, seitwärts gelegenen Trockenschuppen nicht benutzt werden können, in denen nur mit atmosphärischer Luft getrocknet wird. Die Dannenbergsche Trockenanlage hat sich vorzüglich bewährt. Sie ist mit verstellbarem Fußboden versehen. Drei hohe, hölzerne Dunstschlote, die untereinander und mit der Dachkonstruktion gehörig mittels Drahtseile verankert sind, befördern die Ventilation. Die Umfassungswände des Gebäudes sind abwechselnd mit Fenstern und Lüftungsläden versehen.

Im Erdgeschoß befindet sich ferner der Maschinenraum, daneben, durch einen Flur getrennt, eine kleine Werkstatt, eine Ölkammer und ein Lagerraum. Daneben liegt dann der Pressenraum, in dem die Ziegel oder andere Tonwaren geformt werden. In einem mit Pultdach überdeckten kleinen Anbau liegt neben dem Maschinenraum das Kesselhaus, von dem aus die Feuergase durch einen unterirdischen Fuchs dem Schornstein zugeführt werden.

Über dem Pressenraum liegt im 1. Stockwerk der Tonboden und im 2. Stockwerk der Abfuhrraum. Über dem Maschinenraum und den anderen Nebenräumen befinden sich ferner in den beiden oberen Stockwerken zu beiden Seiten des Treppenflurs und durch diesen, nach den Geschlechtern der Arbeiter getrennt, Aufenthalts- und Speiseräume sowie Schlafräume.

Rings um den Ofen und die Trockenanlage laufen Geleise für die Ziegeltransportwagen. Weichen und Anschlußgeleise verbinden die Ringgeleise mit dem Elevator, der die Ziegel aus dem Pressenraum nach dem Abfuhrraum befördert, mit den in zwei gegenüberliegenden Ecken des Ringofenraums befindlichen Aufzügen sowie mit den seitlichen Trocken- und Lagerschuppen bzw. mit den Lagerplätzen. In den beiden andern Ecken sind außerdem noch Treppen zur Verbindung der einzelnen Stockwerke vorgesehen.

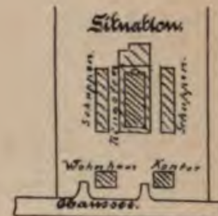
Die Umfassungswände sind aus Ziegelsteinen hergestellt, Stützen, Balken, Unterzüge, Fußböden und Dachkonstruktion aus Holz. Die Dachflächen sind mit Pappe eingedeckt.

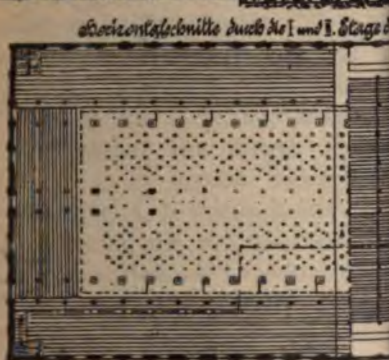
Bei dem Ringofen sind das Gewölbe des Brennkanals, sowie die



Dampfziegelei-Anlage
„System Dannenberg“.

















Anlage von Fabriken.

innere Verblendung der Kanalwände aus feuerfesten Tonsteinen hergestellt. Die Gurtbögen und alle sonstigen vorstehenden, dem Feuerzuge stark ausgesetzten Teile des Brennkanals, wie z. B. die Kopfenden des Mittelofens, um die das Feuer herumgehen muß, die Türbogen, Heizlöcher und Rauchabzüge an der Sohle des Ofens sind aus Schamottesteinen bzw. Schamotteformsteinen hergestellt. Der Brennkanal ist in Schamottemörtel, das übrige Mauerwerk bis auf die Mantelmauer in Lehmmörtel gemauert. Die Mantelmauer, welche nicht unter der Ofenhitze zu leiden hat, ist in Kalkmörtel hergestellt.

Der Schornstein ist so groß konstruiert, daß seine Abmessungen auch einem gesteigerten Betriebe genügen. Ebenso ist beim Bau des Maschinen- und Pressenhauses auf eine spätere Vergrößerung des Betriebes bzw. Vermehrung der verschiedenen Fabrikate Rücksicht genommen, so daß weitere Ziegelpressen u. dergl. bequem aufgestellt werden können.

Der Gang des Betriebes einer Ziegelei ist kurz folgender.

Der in der Tongrube gewonnene Ton oder Lehm wird, wenn erforderlich, gewintert, gesumpft, kommt in die Vorbereitungsmaschinen und wird hier, sofern der Ton zu fett ist, durch Zusatz von Sand oder magerem Lehm gemagert. Er gelangt dann in die Pressen, woselbst er verformt wird. Die geformten Rohfabrikate, Mauersteine, Verblender, Dachziegel, Röhren u. dergl. werden dann in den Trockengerüsten über dem Ofen oder im Sommer auch in den Trockenschuppen zum Trocknen aufgestellt.

Nachdem die Ziegel oder sonstigen Tonwaren lufttrocken geworden sind, werden dieselben in den Ofen eingesetzt und vorgeschmaucht, d. h. durch heiße Luft weiter künstlich getrocknet, welche ihnen durch die Schmauchkanäle aus den mit fertiggebrannten, noch glühenden Steinen besetzten Kammern zugeführt wird. Nach einigen Tagen werden sie dem inzwischen immer näher herangekommenen Vollfeuer (Brennzone) ausgesetzt und gargebrannt. Dem Fortschreiten des Feuers entsprechend erfolgt sodann die Abkühlung.

Wie im Querschnitt des Maschinenhauses angedeutet, gelangt der Ton nach dem im ersten Stockwerk gelegenen Tonboden auf einer Rampe mittels Drahtseilzuges. Hier wird er den Strangziegelpressen, die im Erdgeschoß aufgestellt sind, zugeführt und gelangt dann durch das Mundstück derselben auf den Abschneidetisch, woselbst von dem geformten Tonband die einzelnen Ziegel durch ein mit Drähten bespanntes Rahmenwerk abgeschnitten werden. Die Ziegel gelangen dann durch einen Elevator nach der Trockenanlage oder in die Trockenschuppen, darauf gehörig getrocknet mittels der Transportgeleise und der Aufzüge nach dem Ringofen. Nach dem Brennen werden sie dann in die Lagerschuppen bzw. auf die Lagerplätze geschafft.

In dem Maschinenraum ist außer der Dampfmaschine noch ein Dynamomaschine zur Erzeugung von Elektrizität für die Beleuchtung aufgestellt.

5. Fabrikbau der „Daimler-Motoren-Gesellschaft" in Untertürkheim.

Wir haben in dem vorstehenden Abschnitt mehrfach Veranlassung gehabt, auf die großen Vorzüge hinzuweisen, die der Eisenbetonbau besonders für Fabrikanlagen darbietet. Wir fügen daher im nachfolgenden noch ein Beispiel an, bei welchem die Vorzüge dieser Bauweise dermaßen ausgenutzt sind, daß auch der wirtschaftliche Vorteil richtig zum Ausdruck kommt (Abb. 1—3).

Ein im Juni 1903 in der Fabrikanlage der „Daimler-Motoren-Gesellschaft" in Cannstatt ausgebrochener, verheerender Brand machte die möglichst rasche Fertigstellung der unter Leitung von Regierungsbaumeister Mayer schon früher in Angriff genommenen Neubauten in Untertürkheim dringend notwendig.

Es handelte sich zunächst um ein zweigeschossiges Gebäude von 46 m Breite und 131 m Länge, welches für die Aufnahme de

Abb. 1. Fabrikbau der „Daimler-Motoren-Gesellschaft" in Untertürkheim.
Teil des Grundrisses der Erdgeschoßdecke.

Schreinerei, Wagnerei, Lackiererei usw. bestimmt war, und für welches mit Rücksicht auf unbedingte Feuersicherheit und auf möglichst kurze Bauzeit die Ausführung in Eisenbeton in Aussicht genommen wurde.

Die Arbeiten wurden am 21. Juni 1903 der Firma Wayß & Freytag A.-G. in Neustadt a. H. mit der Bedingung übertragen, daß das ganze Gebäude einschließlich Holzzementdach in rund drei Monaten, d. h. bis 1. Oktober 1903, fertiggestellt würde.

In Abb. 1 ist ein Teil des Grundrisses der Erdgeschoßdecke und in Abb. 2 die innere Ansicht des Erdgeschosses (im Rohbau) dar-



Abb. 2. Fabrikbau der „Daimler-Motoren-Gesellschaft" in Untertürkheim. Innere Ansicht des Erdgeschosses (im Rohbau).

gestellt. Die Hauptträger liegen in der Querrichtung des Gebäudes. Sie sind 5 m voneinander entfernt und ruhen in Abständen von 5 m auf Säulen. Senkrecht dazu in Abständen von 2,5 m liegen die Nebenträger, welche die Decke tragen. An den Giebelseiten des Gebäudes werden je zwei Reihen Hauptträger in Entfernungen von je 10 m durch Säulen unterstützt. Auch an den Außenwänden werden die Hauptträger durch Eisenbetonsäulen unterstützt, und dazwischengespannte Träger gleicher Konstruktion stützen auch hier die Decke. Die auf diese Weise gebildeten Felder werden fast ganz von den Fenstern eingenommen, um bei der großen Tiefe des Gebäudes dem Inneren möglichst viel Licht zuzuführen. Außer einem betonierten

Sockel im Erdgeschoß, einer aus Ziegelsteinen hergestellten Fensterbrüstung im 1. Geschoß und einem schmalen Zwischenpfeiler in beiden Geschossen ist in den Außenwänden kein Mauerwerk vorhanden (Abb. 3). Die Fenster reichen, wie die innere Ansicht von Abb. 2 zeigt, bis zur Unterkante der Decke. Dies wurde dadurch erreicht, daß die Rippen der Wandträger nicht, wie sonst üblich, unter der Deckenplatte, sondern darüber angeordnet wurden. Die zugleich das Dach bildende Decke des ersten Geschosses hat, wie Abb. 1 zeigt, eine Anzahl Dachoberlichter erhalten, denen entsprechend in der Decke über dem Erdgeschoß mit Glas eingedeckte Deckenlichter angeordnet sind, um dem unteren Raum zur besseren Beleuchtung auch von oben her Licht zu verschaffen. Der Betonsockel des Erdgeschosses ist bogenförmig zwischen die Säulenfundamente der Wandpfeiler eingespannt. Da die Zwischenpfeiler an den Giebelseiten die Last der Querträger



Abb. 3. Fabrikbau der „Daimler-Motoren-Gesellschaft" in Untertürkheim. Äußere Ansicht des Rohbaues.

aufzunehmen haben, sind dieselben hier ebenfalls aus Eisenbeton hergestellt.

Durch eine Fuge in der Längsachse wird das ganze Gebäude halbiert und außerdem durch vier Querfugen in fünf Teile geteilt. Diese Temperatur- oder Ausdehnungsfugen sind im Grundriß, Abb. 1, strichpunktiert angegeben und gehen durch die Decken und Träger des ganzen Gebäudes hindurch. Sie sind bei Bauwerken größeren Umfangs zur Vermeidung von Rissen und schädlichen Spannungen, welche durch Temperaturänderungen u. dergl. entstehen würden, durchaus notwendig und wurden hier zum ersten Male streng durchgeführt. Die Fugen waren zuerst dicht schließend hergestellt und haben sich später teilweise bis zu 5 mm geöffnet, was am besten ihre Notwendigkeit und ihren praktischen Wert beweist. Wegen der Fuge in der Längsachse ist der hierhin fallende Nebenträger durch zwei kleinere ersetzt worden, über welche die Deckenplatte konsolartig 85 cm auskragt. Auf der Dachdecke wurden erhöhte Betonstreifen mit Zinkverwahrungen vorgesehen.

Das Dach ist mit Holzzement und Kiesüberschüttung eingedeckt. Die über die Dachdecke gelegten Wandträger machten eine Kiesleiste entbehrlich und wurden mit einem Gesims aus Zementkunststein abgedeckt.

Die Säulen unter den 5 m weit gespannten Hauptträgern haben einen Querschnitt von 32/32 cm mit einer Eiseneinlage von vier Rundeisen von 20 mm, die unten auf einem Flacheisenrost aufstehen und in Höhenabständen von 0,20 m durch 7 mm starke Rundeisenbügel miteinander verbunden sind. Die Säulen unter den 10 m langen Hauptträgern haben einen Querschnitt von 40/40 cm und besitzen vier Rundeisen von 20 mm und vier Rundeisen von 18 mm Stärke als Einlage, während die Wandsäulen mit einer Einlage von sechs Rundeisen von 16 mm Durchmesser versehen sind.

Die Nutzlast der Erdgeschoßdecke beträgt 600 kg.

Die ursprünglich geplanten 25 cm starken Scheidewände aus Ziegelstein wurden als 8 cm starke Monierwände ausgeführt, da diese als feuersichere Abschlußwände den ersteren baupolizeilich gleichgestellt werden.

Bei dem kurzen Termin mußte die Einrichtung der Baustelle ebenso wie der Einzelentwurf und die Vorbereitung der Schalungen und der Einlageeisen ohne Verzug in Angriff genommen werden. Die Schalung für die Säulen und Träger sowie die Eisen wurden in der Neustadter Fabrik der Firma Wayß & Freytag vorbereitet und an die Baustelle geschickt. Die Bauarbeiten selbst wurden so gefördert, daß die Decke über dem Erdgeschoß sowie ein beträchtlicher Teil der Dachdecke am 18. August 1903 fertiggestellt war. Am 17. September war auch letztere geschlossen, so daß einschließlich der Nebenarbeiten der Termin bis 1. Oktober 1903 leicht eingehalten werden konnte. Die durchschnittliche Tagesleistung beim Betonieren der Decken und Träger betrug 500 qm. Die Betonmischmaschine und die beiden Aufzüge wurden mit elektrischer Kraft betrieben. Die Kosten der reinen Eisenbetonkonstruktion betrugen einschließlich der Säulen, aber ohne die Gründung der letzteren, für die Erdgeschoßdecke 14,50 ℳ für 1 qm und für die Decke über dem ersten Stock 12,80 ℳ für 1 qm.

Die kurze Bauzeit zeigt, daß mit dem nötigen geschulten Personal und den erforderlichen Einrichtungen eine so rasche Herstellung der vollständigen Eisenbetonbauten möglich ist, wie sie eine andere Bauweise, einschließlich Entwurfsbearbeitung, wohl kaum zuläßt.

6. Baumwollspinnerei von Paul M. Busch in M.-Gladbach.

Diese auf den beiden beigefügten Tafeln V und VI dargestellte Spinnerei wurde in ihrem Bau im August 1896 begonnen. Im Juli

1897 kamen die ersten Spindeln in Betrieb. Der Spinnsaal später, wie im Lageplan auf Tafel VI angedeutet, um run nach Westen hin verlängert. Auch für spätere Zeiten gestat Grundstück eine weitere Vergrößerung des Fabrikgebäudes nach Seite hin.

Bei 28000 ℳ Grunderwerbskosten stellte sich die Gesa summe für alle Gebäude einschließlich der Vergrößerun 327000 ℳ.

Es wird nur rohes Watergarn aus amerikanischer Bau gesponnen. Die Jahresproduktion stellte sich für 1903 bei Spindelzahl von 22508 und einer Durchschnittsnummer von rund 2400000 ℔ englisch. Der Betrieb beansprucht einschl elektrischer Beleuchtung 750 bis 800 Pferdekräfte. Die Arbei ist ca. 270 und die Zahl der wöchentlichen Arbeitsstunden 63

Wie der Lageplan auf Tafel VI zeigt, wird das Fabrikgrun im Norden und Westen von Straßen, im Süden von dem Gl begrenzt. Im Osten stößt es zum Teil an ein Nachbargrun zum Teil an den Zugangsweg für das letztere.

Der einzige Eingang zum Fabrikgrundstück befindet sich Nordseite dicht neben dem Kontorgebäude. An letzteres schlie nach Osten hin ein offener Schuppen für Fahrräder u. derg Arbeiterspeisesaal und ein Stallgebäude mit Remise, Geschirrk Düngergrube und Abort an. Über dem Stallgebäude befind der Heu- und Strohboden, Hafergelaß, sowie eine Kutscherwo Ebenso ist eine kleinere Wohnung über dem Speisesaal un größere über den Kontorräumen eingerichtet. Ansicht, Gru und Schnitte des Kontorgebäudes befinden sich auf Tafel V.

Die genannten Gebäude liegen sämtlich links vom E Weiter südlich an der Grenze nach dem Nachbargrundstück li von dem Einfahrtstor bequem erreichbare Baumwolllager (s. T Schnitt, und Tafel VI, Grundriß). Dasselbe ist 40,80 m lang, 2 breit, bis zur Dachkonstruktion 5 m hoch und mit Oberlic sehen. Rechts von der Einfahrt liegt das Hauptfabrikgebäud Haupteingang führt durch einen 13,56 m langen und 4,77 m Vorflur nach dem Spinnsaal. Vom Vorflur aus gelangt ma dem Umkleideraum für Arbeiterinnen, während der dahinter l Umkleideraum für Arbeiter vom Spinnsaal aus zugänglich ist. Umkleideräume sind heizbar und mit Waschvorrichtungen ve

Der Spinnsaal ist 68,70 m lang und rund 61 m breit. mit einem Sheddach überdeckt. Die steilen Fensterflächen sin Norden hin gerichtet, wodurch eine gute, gleichmäßige Beleu gewährleistet wird. Die Saalhöhe bis zu den untersten Teil Dachkonstruktion beträgt 4,20 m. Letztere ist aus Holz her und ruht auf gußeisernen Säulen, welche in der Richtung der

Baumwoll-
lager.
20,10

binder 6,70 m und quer zu dieser Richtung 3,35 m voneinander entfernt sind. Im südlichen Teil, in welchem die Kratzen und Strecken untergebracht sind, ist die Säulenentfernung statt 6,70 m 5,00 bis 5,90 m. Sechs dieser Säulenreihen tragen mittels Konsollager die Transmissionswellen zum Antrieb der Maschinen (Schnitt *gh*, Tafel V).

Im Norden ist an den Spinnsaal der Haspelsaal angebaut, welcher ebenfalls mit einem Sheddach überdeckt und 68,0 m lang und 13,40 m breit ist.

Zwischen diesem und dem oben erwähnten Haupteingangsflur liegt das 26,80 m lange und 13,40 m breite Garnlager, von welchem anfangs ein Teil als Speisesaal abgetrennt war.

Sowohl an der Südseite des Spinnsaals als an der Westseite des Haspelsaals befinden sich mit Vorfluren versehene, für Männer und Frauen getrennte Aborte, deren Zugangstüren von den Sälen aus zu übersehen sind (Grundriß, Tafel VI, und Schnitt *gh*, Tafel V).

An die südöstliche Ecke des Spinnsaals schließt sich ein Staubturm an, während an die Ostseite das Maschinen- und Kesselhaus, der Batteurraum, sowie eine Schlosserei und ein Raum für Dynamos angebaut sind.

Der Maschinenraum ist 25 m lang, 11 m breit, bis zur Dachkonstruktion $7 + 3{,}5 = 10{,}5$ m hoch und durch Oberlicht erhellt. An denselben schließt sich noch nach Norden ein 20 m langer, 2,70 m breiter Gang zur Aufnahme der Transmissionsseilscheiben (Schnitt *ik*, Tafel V).

Das Kesselhaus enthält drei Kessel. Es ist 19 m lang und 16 m breit. Die Höhe bis zur Unterkante der Dachkonstruktion beträgt 5,50 m. Die Überdachung besteht aus zwei Satteldächern, die außer durch die Umfassungswände noch durch vier eiserne Säulen unterstützt werden. Auf den Firsten befinden sich zwei je 4 m lange und 2 m breite Aufsätze für den Rauchabzug. Die Beleuchtung erfolgt durch die Fenster der nördlichen Umfassungswand. Die Ostwand enthält vier je 2,80 m breite Tore zur bequemen Anfuhr der Steinkohlen. Durch diese Tore können nötigenfalls zugleich Kessel heraus- oder hineingeschafft werden (Schnitt *no* und *ik*, Tafel V).

Am hinteren Ende der Kessel werden die Feuergase von einem 2,50 m hohen und 1,20 m breiten Fuchs aufgenommen, welcher sie nach dem zwischen Kessel- und Maschinenhause gelegenen Schornstein führt. Letzterer ist 45,50 m hoch, hat einen oberen, lichten Durchmesser von 1,80 m und eine obere Wandstärke von 25 cm. Die Seite des quadratischen Sockels beträgt 4,12 m und die der Fundamentplatte 6,0 m.

Zwischen dem Haupteingangsflur und dem Maschinenraum liegt noch ein rund 20 m langer und 6 m breiter Raum, welcher durch eine Querwand in zwei Teile geteilt ist, von denen der südliche als

Schlosserei eingerichtet ist, während der nördliche eine kleine Hil[f]dampfmaschine, eine Dynamomaschine, die Schalttafel u. dergl. enthä[lt].

An das Kessel- und Maschinenhaus lehnt sich ein 26,80 m lange und 15 m breites Bauwerk, welches in seinem Erdgeschoß den Batteu[r]raum, in seinem Obergeschoß den Mischungsraum enthält. Beid[e] Geschosse sind im Lichten 4,50 m hoch, mit gewölbten Decken au[f] I-Trägern und gußeisernen Säulen versehen und sowohl durch ein[e] massive Treppe in besonderem Treppenhause auf der Westseite al[s] auch durch eine eiserne, freiliegende Treppe an der Ostseite zugänglich. Die Beleuchtung erfolgt durch zahlreiche 3,30 m hohe un[d] 1,70 m breite Fenster auf der Süd- und Ostseite. Die Decke de[s] Obergeschosses bildet zugleich das Dach (Schnitt *l m* und *n o*, Tafel V[)].

An die nordöstliche Seite des Haspelsaals ist noch eine 7,50 [m] lange, 4,50 m breite und 3,80 m hohe Schreinerei angebaut, welch[e] mit einem Holzzementdach überdeckt ist.

Von den bereits oben genannten, links vom Haupteingang g[e]legenen Nebengebäuden ist das Stallgebäude 25,20 m lang, 6,03 [m] breit, im Erdgeschoß 4 und in der darübergelegenen Kutscherwohnun[g] 3,50 m hoch.

Das Arbeiterspeisezimmer ist 10 m lang, 5,10 m breit un[d] 4 m hoch.

Das ganze Fabrikgrundstück ist außer nach der Wasserseite hi[n] mit einer Mauer eingefaßt. Soweit die Gebäude an die Straße grenze[n], sind Fenster und Türen in den Umfassungsmauern vermieden. N[ur] das Kontorgebäude und die Wohnungen über dem Speisesaal un[d] dem Stallgebäude zeigen Fenster nach der Straße hin.

Baustoff für die Wände bilden Ziegel, während die Dachko[n]struktionen meist aus Holz und die Säulen aus Gußeisen bestehe[n].

Wie die Ansicht auf Tafel V zeigt, gewährt das Ganze einen g[e]fälligen Anblick bei Vermeidung überflüssigen Schmuckes. Die ei[n]zelnen Räume sind für den Betrieb bequem und übersichtlich ang[e]ordnet und ermöglichen nach allen Seiten hin spätere Erweiterunge[n].

Literaturverzeichnis.

Allgemeine Baukonstruktionslehre. Begründet von G. A. Breymann. 4 Bände. Leipzig 1902. J. M. Gebhardts Verlag.

Ausgeführte Fabrikbauten. Dargestellt durch Grundrisse, Ansichten, Schnitte und Teilzeichnungen. 60 Tafeln. Herausgegeben von Richard Landé. Halle a. S. 1902. Ludwig Hofstetters Verlag.

Bauaufsicht und Bauführung. Handbuch für den praktischen Baudienst von G. Tolkmitt, Kgl. Baurat. Berlin 1899. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn.

Bau-Unterhaltung in Haus und Hof. Von E. Hilgers. 7. Auflage. Bearbeitet von Dr. O. v. Ritgen. Wiesbaden. Verlag von Rud. Bechtold & Comp.

Bürgerliches Gesetzbuch. Erläutert von Dr. W. Brandis. Berlin, W. 30, 1900. Gesetzverlag Schultze & Co.

Bau-Polizeiordnung für den Stadtkreis Berlin. Berlin 1897. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn.

Bautechnische Regeln und Grundsätze. Zum Gebrauch bei Prüfung von Bauanträgen und Überwachung von Bauten in polizeilicher Hinsicht zusammengestellt von Baurat O. Siebert. Berlin 1903. Verlag von Julius Springer.

Der Betoneisenbau, seine Anwendung und Theorie von Reg.-Baumeister E. Mörsch. Neustadt a. H. 1902. Selbstverlag der Firma Wayß & Freytag.

Die natürlichen Gesteine, ihre chemisch-mineralogische Zusammensetzung, Gewinnung, Prüfung, Bearbeitung und Konservierung. Von Richard Krüger. 2 Bände. Wien, Pest, Leipzig 1889. A. Hartlebens Verlag.

Die Bedeutung des Bürgerlichen Gesetzbuches für das Bauwesen. Vortrag von H. Eucken. Hannover 1900. Verlag von Gebrüder Jänecke.

Das Handbuch des Bautechnikers. Herausgegeben von Hans Issel. VI. Band: Allgemeine Baukunde von Adolf Opderbecke. Leipzig 1899. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Die Gewerbeordnung mit den gesamten Ausführungsbestimmungen für das Deutsche Reich und Preußen. Erläutert von Dr. F. Hoffmann. 2. Aufl. Berlin 1901. Carl Heymanns Verlag.

Deutscher Baukalender. Herausgegeben von den Herausgebern der Deutschen Bauzeitung. Berlin, SW. 12, 1904. Deutsche Bauzeitung, G. m. b. H.

Der Schornsteinbau von Gustav Lang. Hannover 1896. Helwingsche Verlags-Buchhandlung.

Die Bauführung. Von J. Tietjens. Leipzig 1898. J. M. Gebhardts Verlag.

Das landwirtschaftliche Bauwesen von Ludwig v. Tiedemann. Halle a. S. 1891. Verlag von Ludwig Hofstetter.

„Dampf", dessen Erzeugung und Verwendung. Deutsche Babcock u. Wilcox-Dampfkessel-Werke A.-G. Oberhausen (Rhld.)

Engels Bauausführung. Handbuch für Baugewerkschulen, Bautechniker, Bauhandwerker und Bauherren. 2. Auflage. Bearbeitet von Konrad Bauer. Berlin 1899. Verlagsbuchhandlung von Paul Parey.

Handbuch der Hygiene in zehn Bänden. Vierter Band. Allgemeine Bau- und Wohnungshygiene. 1896. — Sechster Band. Spezielle Bauhygiene. Jena 1897. Verlag von Gustav Fischer.

Handbuch der Baukunde. Berlin. Kommissionsverlag von Ernst Toeche.

Handbuch der Praktischen Gewerbehygiene mit besonderer Berücksichtigung der Unfallverhütung. Von Dr. H. Albrecht. Berlin 1896. Robert Oppenheim (Gustav Schmidt).

Handbuch der Architektur. Verlag von Arnold Bergstraßer in Stuttgart.

Handbuch der Baustofflehre von Richard Krüger. 2 Bände. Wien, Pest, Leipzig 1899. A. Hartlebens Verlag.

Juristische Handbibliothek. Rumpelt, Sächsisches Baugesetz, Handausgabe. Leipzig 1902. Roßberg & Berger.

Kostenberechnungen für Bau-Ingenieure von Georg Osthoff. 3. Aufl. Leipzig 1896. J. J. Arndt, Verlagsbuchhandlung.

Kalender für Maschinen-Ingenieure 1904. Herausgegeben von Wilhelm Heinrich Uhland. Stuttgart. Arnold Bergstraßer, Verlagsbuchhandlung.

Moderne Fabrik- und Industriebauten. Eine Sammlung von Entwürfen und ausgeführten Anlagen. Herausgegeben von Alfons Berger, Architekt in Leipzig in Firma Berger & Franke Leipzig 1900. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

R. Tormin. Der Bauratgeber. Leipzig 1903. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Technisches Bauhandbuch. Wegweiser durch Technik und Industrie des Hoch- und Tiefbauwesens sowie verwandter Gebiete in Reihenfolge der Bauausführungen. 2 Bände. Hannover 1902. Dunkmannsche Verlagsbuchhandlung.

Uhlands Technische Rundschau. Leipzig.

Uhlands Praktischer Maschinen-Konstrukteur. Leipzig.

Vorschriften für die Aufstellung von Fluchtlinien und Bebauungsplänen vom 28. Mai 1876 etc. Berlin. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn.

Wilhelm Rebber. Fabrikanlagen. Ein Handbuch für Techniker und Fabrikbesitzer zur zweckmäßigen Einrichtung maschineller, baulicher, gesundheitstechnischer und unfallverhütender Anlagen in Fabriken, sowie für die richtige Wahl des Anlageortes und der Betriebskraft. Neu bearbeitet von Deckert. 2. Auflage. Leipzig 1901. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Kommissionsverlag Julius Springer Berlin N.

Heizung, Lüftung und Beleuchtung. Wasserversorgung, Abwässerbeseitigung und Reinigung der Abwässer.

Von Stadtbaurat und Regierungsbaumeister a. D. **E. Weidlich** in Holzminden.

A. Heizung.

1. Einleitung.

Von großem Einflusse auf die Gesundheit des Menschen ist die Einwirkung hoher und niederer Wärmegrade.

Während der Mensch im Freien bei angemessener körperlicher Tätigkeit, entsprechender Kleidung und Ernährung und durch Gewöhnung erhebliche Wärmeschwankungen ohne gesundheitliche Nachteile zu ertragen vermag, so bedarf er im geschlossenen Raume zu seinem Wohlbefinden und zur Erhaltung der zum normalen Lebensprozeß notwendigen Eigenwärme besonderer Schutzvorrichtungen.

Hohe Luftwärme, hoher Feuchtigkeitsgehalt und fehlende Bewegung der Luft sind nachteilig, setzen die Leistungsfähigkeit herab und führen zu gesundheitlichen und wirtschaftlichen Schädigungen. Zur Verhinderung derselben dienen künstliche Mittel: leichte Kleidung, Lüftung und Kühlung.

Weniger nachteilig und bedenklich ist die Einwirkung niederer Wärmegrade, die vornehmlich eine Abnahme der Eigenwärme des Körpers im Gefolge hat, weil bei nicht zu niedriger Temperatur die Wärmeabgabe durch eigene Wärmeregulierung des Körpers ausgeglichen bzw. die Wärmeerzeugung durch zweckentsprechende Kleidung, ausgiebige Tätigkeit und Bewegung und durch reichliche Nahrungsaufnahme verstärkt werden kann.

Reichen diese Mittel zum Schutze des Wohlbefindens nicht aus, so entstehen gleichfalls in gesundheitlicher wie in wirtschaftlicher Beziehung Schädigungen. Zur Verhinderung dieser dient die Heizu

2. Temperatur der Räume.

Die Temperatur eines Arbeitsraumes ist abhängig von der Art der darin vorzunehmenden Arbeiten, von der hieraus sich ergebenden Wärmeentwicklung und von dem Wärmeverluste. Eine Normaltemperatur für die Arbeitsräume festzusetzen, ist nicht angängig, weil der Wärmebedarf je nach Alter und Geschlecht, nach der Art der Arbeitstätigkeit, ob ruhige Tätigkeit oder lebhafte angestrengte Tätigkeit ausgeübt wird, u. a. m. verschieden ist.

Als zweckmäßige Temperaturen werden erfahrungsgemäß für Arbeits- und Werkstättenräume je nach der Art der darin ausgeübten Tätigkeit 12—18° C angenommen, für Aufenthalts- und solche Räume, die nur ruhiger Beschäftigungsweise dienen, ist eine höhere Temperatur, etwa bis zu 20° C, anzunehmen.

Diese Temperaturen gelten in Kopfhöhe; sie werden bekanntlich von denjenigen in den höheren Luftschichten nicht unbeträchtlich überschritten, während sie in Fußbodenhöhe niedriger sind.

Für Nebenräume, Treppenhäuser, Gänge, Flure können geringere Temperaturen, etwa 10—15°, angenommen werden. Gewöhnlich werden diese Räume nicht besonders geheizt, was aber nur dann zulässig ist, wenn die Arbeiter nicht gezwungen sind, in einem — durch ihre Arbeitstätigkeit hervorgerufenen — stark erhitzten und leicht bekleideten Zustande diese Räume benutzen zu müssen. Im gesundheitlichen Interesse, u. a. um den in der kälteren Jahreszeit leicht auftretenden Erkältungen vorzubeugen, ist eine angemessene Erwärmung sämtlicher Räume, der Haupt-, Neben-, Vorräume, Flure, Treppenhäuser usw. durchaus empfehlenswert.

Wärmeverluste.

Die Umschließungskörper eines Raumes (Wände, Decke, Fußboden, Fenster, Türen, Oberlichter) übertragen, sofern die Temperatur im Raume eine höhere ist als die der äußeren Luft, durch Aufnahme der Wärme der Innenluft diese wärmere Raumluft nach außen, umgekehrt findet aber eine Wärmeaufnahme von der Außenluft und Wärmeübertragung nach innen statt bei wärmerer Außenluft. Diesen Vorgang der Wärmeübertragung nennt man „Wärmetransmission“.

Die zur Eigenerwärmung des Umschließungskörpers eines Raumes verwendete Wärme bezeichnet man mit „Wärmeabsorption“.

Die Ergänzung des durch Wärmetransmission und Wärmeabsorption für einen Raum stattfindenden Wärmeverlustes bei niederer Außentemperatur bzw. die Innehaltung einer bestimmten Innentemperatur wird durch anzuordnende Wärmeflächen (Heizkörper) bewirkt. Diese mit „Wärmeemission“ bezeichnete Wärmeabgabe muß *nach Rietschel* im Beharrungszustande der Wärmetransmission und

vor dem Beharrungszustande auch der Wärmeabsorption der Umschließungskörper eines Raumes gleich sein.

Die Wärmetransmission durch Wände hängt sowohl von deren Größe, Stärke und Beschaffenheit (Material) als auch von dem Unterschiede der zu beiden Seiten der Wand herrschenden Temperaturen ab.

Bei der Ermittelung des in einem Raume entstehenden Wärmeverlustes ist die niedrigste Außentemperatur meist -20 bis 25^{0} C und die niedrigste Temperatur ($+5$ bis 10^{0} C) der benachbarten Räume anzunehmen, weil die Heizungsanlage, auch bei der kältesten Außentemperatur, noch imstande sein muß, eine angemessene erträgliche Temperatur im Raume zu erzeugen.

Die Wärmemenge (Wärmeverlust) $= W$, die stündlich im Beharrungszustande durch die Umschließungen eines Raumes verloren geht, bestimmt sich nach der Formel $W = k \cdot F(t - t_1)$ in WE., worin k den Transmissions-(Wärmedurchgangs-) Koeffizienten, d. h. die stündlich in 1 qm gleichwertige Umschließungsfläche des Raumes und 1 Grad Temperaturunterschied abgegebene Wärmemenge in WE., F die Größe der abkühlenden Fläche in qm, t und t_1 den zwischen beiden Seiten der abkühlenden Fläche F bestehenden Temperaturunterschied bedeutet.

Der Wärmedurchgangskoeffizient hat nach der zur Herstellung und Unterhaltung von Zentralheizungs- und Lüftungsanlagen erlassenen ministeriellen Anweisung[1]) folgende Werte:

I. Für volles Ziegelmauerwerk.

Stärke in m	0,12	0,25	0,38	0,51	0,64	0,77	0,90	1,03	1,16
$k =$	2,40	1,70	1,30	1,10	0,90	0,80	0,65	0,60	0,55

Bei Verblendung des Ziegelmauerwerks mit Hausteinen (Quadern) sind bei gleicher Gesamtwandstärke die vorstehenden Werte von k um 15% zu erhöhen.

II. Für volles Sandstein-, Quader- oder Bruchsteinmauerwerk.

Stärke in m	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
$k =$	2,20	1,90	1,70	1,55	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95

Bei Verwendung von Kalksteinen erhöhen sich die Werte von k um 10%.

Aus einem Vergleiche ergibt sich somit, daß der Wärmeverlust bei Anwendung von gutem Ziegelmauerwerk erheblich geringer ist als bei Quader-, Bruchstein- oder Kalksteinmauerwerk.

1) Erlaß des preußischen Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 24. März 1901, als Sonderdruck zu beziehen von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin.

Ferner ist zu beachten, daß der bei schwachen Wänden eintretende Wärmeverlust nicht unbedeutend ist, mit zunehmender Stärke der Mauern sich verringert.

III. Für Fußböden, Decken, Fenster usw.

		$k =$
1.	Holzfußboden über dem Erdreich hohl verlegt	0,80
2.	Desgl. in Asphalt verlegt	1,00
3.	Massiver Fußboden auf Erdreich verlegt	1,40
4.	Balkenlage mit halbem Windelboden	0,50
5.	Gewölbe mit massivem Fußboden	1,00
6.	Gewölbedecke mit Fußbodendielung	0,70
7.	Einfache Fenster	5,00
8.	Doppelte „	2,30
9.	Einfache Oberlichter	5,30
10.	Doppelte „	2,40
11.	Türen	2,00
12.	Drahtschutzwände 4—6 cm stark	3,00
13.	„ 6—8 cm „	2,40

Die bei Verwendung einfacher und doppelter Fenster bzw. Oberlichter sich ergebenden Wärmeverluste sind danach recht bedeutend.

Die Beheizung von Räumen mit großen Lichtöffnungen erfordert daher außerordentliche Aufwendungen, weshalb aus wirtschaftlichen Gründen eine genaue Ermittelung des Lichtbedürfnisses, siehe Abschnitt Tagesbeleuchtung, der einzelnen Räume durchaus am Platze ist.

Für die Wärmeverluste, welche durch die Einflüsse der Witterung, die Lage der zu beheizenden Räume zur Himmelsrichtung und die Art des Betriebes und seine etwaigen Unterbrechungen sich ergeben, ist es notwendig, den ermittelten Wärmebedarf durch Erhöhung der Werte für k zu vermehren, zu welchem Zwecke folgende Zuschläge zu machen sind:

10% bei Tagesbetrieb und bei geschützter Lage des Gebäudes,
30% bei Tagesbetrieb und bei ungeschützter freier Lage des Gebäudes,
50% bei längerer Unterbrechung des Heizbetriebes.

Durch Verlängerung der Anheizdauer kann eine Ermäßigung der Zuschläge und infolgedessen Verbilligung der Anlagekosten erzielt werden.

3. Wärmebedarf.

Bei der Ermittelung des Wärmebedarfs eines Raumes ist außer den durch die Wärmeübertragung des Umschließungskörpers eintretenden Wärmeverlust die durch den Luftwechsel entweichende und die durch Lüftung abgeführte Wärmemenge zu berücksichtigen.

Im allgemeinen findet die bei natürlicher Lüftung verloren gehende Wärmemenge bei der Berechnung des Wärmebedarfs keine Berücksichtigung, weil diese durch die Wärmeabgabe von den im

Raume beschäftigten Personen, von Dampfleitungen oder sonstigen Leitungen heißer Flüssigkeiten, ferner gegebenenfalls durch die künstliche Beleuchtung und durch die bei Vornahme besonderer Arbeiten auftretende Wärmeentwicklung ersetzt wird. Bei großem Luftwechsel — bei künstlicher Lüftung — ist die zur Erwärmung der Frischluft nötige Wärmemenge bei der Berechnung besonders zu berücksichtigen.

In den Räumen, in denen ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt der Luft aus besonderen Gründen durch Befeuchtung der Luft notwendig wird, ist die zur Verdunstung dieser Wassermenge nötige Wärmemenge dem übrigen Wärmebedarf hinzuzurechnen.

Der durch die Heizungsanlage zu deckende Wärmebedarf eines Raumes ergibt sich sonach aus dem Unterschiede des gesamten Wärmeverlustes und der im Arbeitsraume durch besondere Betriebseinrichtungen u. a. m. abgegebenen Wärmemenge.

Ausführliche Abhandlungen der üblichen Berechnungsverfahren enthalten die Werke:

H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen, 3. Auflage, Berlin 1902.

Baukunde des Architekten. I. Band, 2. Teil: Heizung und Lüftung der Gebäude, von K. Hartmann, Regierungsrat und Professor, Berlin 1896.

Handbuch der Architektur. III. Teil, 4. Band: Heizung und Lüftung der Räume, von H. Fischer, Professor, Hannover.

4. Heizungsanlage.

a) Heizkraft und Brennwert der Brennstoffe.

Die Heizkraft (= Brennwert) eines Brennstoffes ist diejenige Wärmemenge, welche bei vollkommenem Verbrennen eines Kilogramms des Brennstoffes in atmosphärischer Luft erzeugt wird. Die Heizkraft wird nach Wärmeeinheiten (Kalorien) bemessen.

Unter Wärmeeinheit = WE. ist diejenige Wärmemenge zu verstehen, welche nötig ist, um 1 kg Wasser um 1° C zu erhöhen.

Die gebräuchlichsten Brennstoffe haben etwa die in der nachstehenden Tafel angeführten Brennwerte bzw. die theoretische Heizkraft:

	Wärmeeinheiten
mittlere Steinkohle	6 000— 7 500
Koks mit 15 % Asche	7 000— 7 800
Anthrazit	7 500— 8 000
Preßkohle (Briketts)	bis 7 000
Lufttrockene Braunkohle	2 000— 6 000
Lufttrockener Torf mit 30 % Wasser	3 000— 5 000
Torfkohle	6 000— 6 600
Holzkohle	7 000
Lufttrockenes Holz mit 20 % Wasser	2 800— 3 900
Petroleum	10 000—11 000
Steinkohlenleuchtgas	10 000—11 000
Wassergas	2 900

Von diesen theoretischen Heizwerten werden in vollkommen ei gerichteten Heizanlagen 70—80 % ausgenutzt.

b) **Wärmeübertragung durch Heizflächen.**

Überschlägliche Berechnung von Öfen.

Eiserne glattwandige Öfen geben bei unterbrochenem Betrieb pro Quadrameter Ofenfläche stündlich etwa 2000—2500 Wärme einheiten ab, bei ununterbrochenem Betriebe, bei Dauerbrandöfen kann man 1500—2000 WE. rechnen.

Die Wärmeabgabe von Öfen mit gerippten Heizflächen ist be gleich großer Grundfläche etwa 25 % größer als die von glattwandige Öfen.

Die Wärmeausnutzung bei Gasöfen ist je nach der Beschaffenhei des Gases zu 4500—7000 WE., im Mittel zu 5500 WE., für 1 cbı Gas anzunehmen.

Zum Vergleiche und zur Ermittlung der Wärmemengen, welch durch die in einem Raume beschäftigten Personen und durch küns liche Beleuchtung entstehen, mögen folgende Angaben dienen:

Die stündliche Wärmeabgabe eines Erwachsenen beträgt ir Mittel 100 WE., bei Kindern etwa die Hälfte.

Die Wärmeabgabe verschiedener Lichtquellen beträgt nach Professc Rubner:

Art der Beleuchtung	Freie Wärmeentwicklung pro Normalkerze WE.	Abgabe durch Strahlung allein WE.
Leuchtgas-Schnittbrenner	79,0	8,0
Leuchtgas-Rundbrenner (Argandbrenner)	50	7,0
Leuchtgas-Auerlicht (Glühlicht)	8	1,5
Petroleum	40	10,5
Elektrisches Glühlicht	3,5	2,5

5. Heizungsarten.

Man unterscheidet hauptsächlich folgende Heizungsanlagen:

I. Örtliche Heizung (Einzel- oder Lokalheizung),
II. Gasheizung,
III. Elektrische Heizung,
IV. Sammelheizung (Zentralheizung),
  a) Luftheizung,
  b) Wasserheizung,
  c) Dampfheizung,
    Hochdruckdampfheizung,
    Niederdruckdampfheizung,

Frischdampfheizung,
Abdampfheizung,
Heizung mit Abdampf und Frischdampf.

Die an eine gute Heizungsanlage zu stellende Hauptforderung ist die Erzielung einer gleichmäßigen Wärmezufuhr und Wärmeverteilung mit geringstem Kostenaufwande.

Als weitere Forderungen sind u. a. zu nennen: Reinhaltung der Raumluft von schädlichen Heizgasen und von Verunreinigungen durch die Feuerungsanlage, einfache gefahrlose und wenig Arbeit erfordernde Bedienung.

I. Örtliche Heizung.

Die Arbeitsräume werden durch einen oder durch mehrere im Raume aufgestellte Öfen erwärmt, in welchen die Erzeugung von Wärme durch Verbrennung von Brennstoffen unmittelbar vor sich geht.

Im folgenden soll nur auf solche Öfen näher eingegangen werden, die ihrer ganzen Einrichtung nach für die Beheizung von Arbeitsräumen besonders geeignet und sozusagen dafür typisch geworden sind.

(Kamine, Kaminöfen, Ton- und Kachelöfen und die für Wohnungszwecke gebräuchlichen eisernen Öfen können aus diesem Grunde hier nicht in Betracht kommen.)

Öfen für schnelles und nachhaltiges Erwärmen, welche bei regelmäßigem Betriebe keine überhitzten Flächen und keine belästigende Wärmestrahlung haben und die in allen Teilen außen von Staubablagerungen, im Innern von Ruß und Asche leicht gereinigt werden können, sind für die Erwärmung der Arbeitsräume am besten geeignet.

Die Herstellung dieser Öfen erfolgt entweder nur aus Gußeisen oder aus Gußeisen mit Auskleidung der die Wärme aufnehmenden Flächen mit einem die Wärme nicht besonders gut leitenden feuerfesten Materiale (Schamotte). Die Wärmeaufspeicherung und die Nachhaltigkeit in der Wärmespendung des Ofens ist um so größer, je mehr Tonmasse (Schamotte) im Ofen enthalten ist, um so viel mehr Zeit beansprucht aber auch der Ofen für das Anheizen.

Der Bauart und der Bedienung nach sind zu unterscheiden:

a) Zirkulieröfen,
b) Füll- bzw. Dauerbrandöfen,
c) Mantelöfen.

a) Zirkulieröfen.

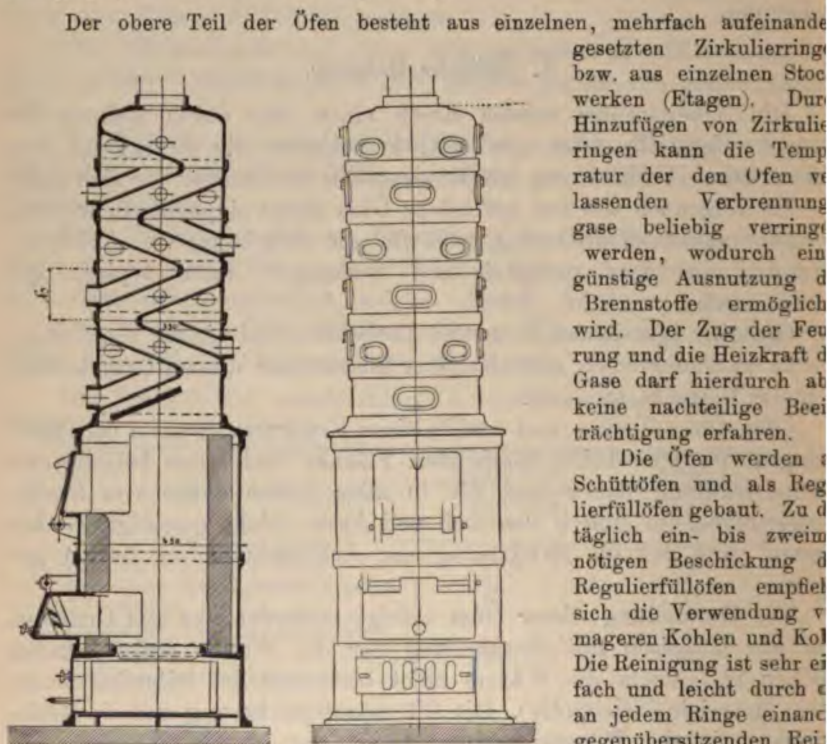
Das System der Zirkulieröfen liegt in der diesen Öfen eigenen lebhaften Luftzirkulation, welche darin besteht, daß die Luft an den

Wandungen der im Zickzack geführten Rauchkanäle durch die Ve brennungsgase schnell und kräftig erwärmt wird. Durch die zwische den Rauchkanälen liegenden Luftkammern findet, bei scheinbar g ringer Heizfläche der Öfen, eine vorteilhafte Ausnutzung der Ve brennungsgase statt.

Die Öfen werden unter der Bezeichnung „Hohenzollernöfen Abb. 1 und 2 (von der Maschinenfabrik Hohenzollern in Düsseldorf in runder Form und (von der Mannheimer Eisengießerei) in vie eckiger, quadratischer Form gefertigt.

Der obere Teil der Öfen besteht aus einzelnen, mehrfach aufeinande gesetzten Zirkulierring bzw. aus einzelnen Stoc werken (Etagen). Dur Hinzufügen von Zirkuli ringen kann die Temp ratur der den Ofen ve lassenden Verbrennung gase beliebig verring werden, wodurch ein günstige Ausnutzung d Brennstoffe ermöglich wird. Der Zug der Feu rung und die Heizkraft d Gase darf hierdurch ab keine nachteilige Beei trächtigung erfahren.

Die Öfen werden Schüttöfen und als Reg lierfüllöfen gebaut. Zu d täglich ein- bis zweim nötigen Beschickung d Regulierfüllöfen empfiel sich die Verwendung v mageren Kohlen und Kol Die Reinigung ist sehr ei fach und leicht durch an jedem Ringe einand gegenübersitzenden Rei gungsschieber zu bewe stelligen.


Abb. 1. Querschnitt. Abb. 2. Ansicht.
Hohenzollernofen.
Maschinenfabrik Hohenzollern, Düsseldorf.

Da Ein- und A strömung auf allen v Seiten des Ofens erfolgen, so findet eine gleichmäßige Erwärmung des Raum nach allen Richtungen statt.

Nach einer uns vorliegenden Übersicht genügt erfahrungsmäßig zur E höhung der Temperatur eines Raumes um 10° C ein Ofen

von 800 mm Durchm.	für	5000 cbm	Raumluft	bei	5—10 kg	Kohlenverbr.	i. d. S
„ 650 mm	„	„	3500 cbm	„	„	3,5—7 kg	„ „ „
„ 500 mm	„	„	2000 cbm	„	„	2—4 kg	„ „ „
„ 350 mm	„	„	1000 cbm	„	„	1—2 kg	„ „ „

Der Kohlenverbrauch ist natürlich u. a. abhängig von dem Brennwerte der Kohle.

Der Union-Zirkulierofen (der Maschinenbauaktiengesellschaft Union in Essen) hat einen den vorgenannten Zirkulieröfen ähnlichen aus Ringen von achteckiger Form bestehenden Oberteil, indessen gelangen die Feuerungen in fünferlei Formen für verschiedene Brennstoffe zur Ausführung, und zwar: für Koks, Steinkohlen, Braunkohlen, Braunkohlenbriketts und für flüssige Brennstoffe, insbesondere Rohpetroleum.

Zur weiteren Erzielung einer hohen Ausnutzung der Brennstoffe werden die Öfen für Steinkohlenfeuerung mit einer rauchverzehrenden Feuerungseinrichtung versehen. Die Zirkulieröfen mit Feuerung für flüssige Brennstoffe haben eine eigenartig ausgebildete Verbrennungskammer, in welche der Brennstoff in fein zerstäubter Form eingeblasen wird, wo er, mit glühender Luft gemischt, vollkommen verbrennt. Öfen dieser Art bedürfen, einmal in Betrieb gesetzt, kaum einer Wartung und Aufsicht, sie sind von großer Wärmewirkung und sind daher, wo Rohpetroleum preiswert zu haben ist, mit Vorteil zu verwenden.

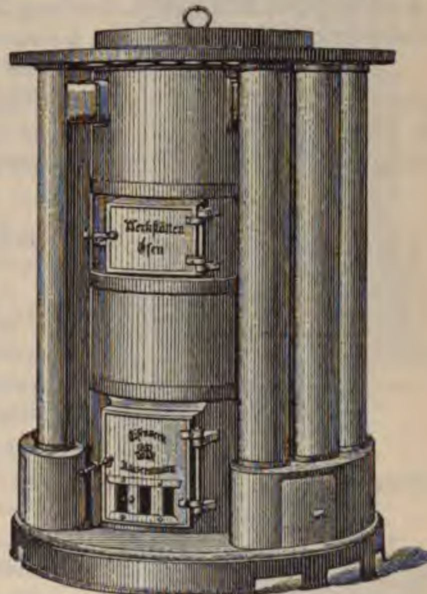


Abb. 3. Werkstättenofen. Eisenwerk Kaiserslautern.

Der Werkstättenofen des Eisenwerkes Kaiserslautern wird in zwei Ausführungen als Regulierfüllofen hergestellt. Der Ofen (Abb. 3) unterscheidet sich von den übrigen Öfen insbesondere durch seine niedrig gehaltene Bauart, woraus sich der Vorteil der Erwärmung der unteren Raumluft ergibt. Eigenartig ist außerdem die Anordnung des Heizrohrsystems, durch welches eine ausgiebige Wärmeabgabe bewirkt wird.

Diese Öfen werden in verschiedenen Größen und zwar mit einer Heizkraft von 700, 900 und 1200 cbm Raumluft für Werkstatttemperatur hergestellt.

b) Dauerbrandöfen.

Der Dauerbrandofen ist ein Füllofen mit derartig großem, zur Aufnahme einer größeren Menge von Brennmaterial dienenden Schachte, daß ein Nachfüllen des Brennstoffes nur selten, bei manchen Ofenkonstruktionen bis täglich nur einmal, zu erfolgen braucht. Bei zuverlässiger Wartung, welche sich hauptsächlich auf eine gute Regelung

der Verbrennung, der nötigen Wärmeabgabe entsprechend, u genügendes Ausschlacken zu erstrecken hat, brennt das Feue Zeit, ein oder mehrere Monate oder auch während des ganzen W

Das Eigenartige dieses in den mannigfaltigsten Konstru hergestellten Ofens besteht in der Ausführung des Feuerherd des Füllschachtes.

Abgesehen von leicht backenden Brennstoffen, können Bre beliebiger Art und Beschaffenheit, Steinkohle, Anthrazit, Koks, kohle, Torf in diesen Öfen verwendet werden. Je magerer und armer der Brennstoff, um so weniger Bedienung beansprucht de um so größer muß der Füllschacht sein. Diese für Arbeitsräu eigneten Öfen werden von verschiedenen Firmen, u. a. von H Berlin, Käuffer & Co.-Mainz, Eisenwerk Kaiserslautern, Eis Lauchhammer, Königl. Württemberg. Hüttenwerk Wasseralfingen, Würzburg, E. Kelling, Keidel & Co., beide in Berlin, u. a. m. herg

Die Vorteile derartiger Öfen bestehen hauptsächlich günstigen Ausnutzung und im geringen Verbrauch des Brenn in der leichten Regelung der Verbrennung, in der geringeren bildung und in der größeren Feuersicherheit.

c) Mantelschachtöfen.

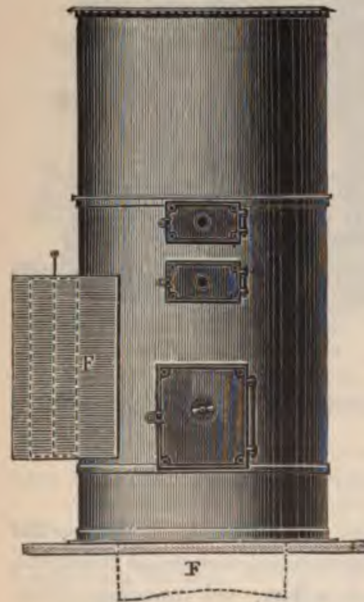


Abb. 4. Mantelschachtofen. Keidel & Co., Berlin.

Eine Abart des Dauerbran ist der Mantelschachtofen (A welcher aus einem mit Blech versehenen Schachtofen usw. b Diese Öfen durchheizen den durchaus gleichmäßig dadurch die Raumluft, insbesondere die über dem Fußboden lagernde schicht in dem unteren Tei Ofens zwischen Ofen und durchgeführt und hier erwärm wodurch zugleich jede lästige wärme vermieden wird. In hafter Weise wird mit diesen meist eine Lüftung der Räume Zuführung von erwärmter Fri verbunden, zu welchem Zwec durch einen Kanal geleitete Luft unten zwischen Ofen und eingeführt und nach Erwärmun zirkulierender Raumluft ge oben dem Raum zugeführt wir

Diese Zuführung ist derart regelbar, daß je nach Bedürfnis frische Luft zugelassen werden kann oder daß nur die Raumluft zirkuliert.

Um ein schnelleres Erwärmen zu erzielen und um die strahlende Wärme während der Anheizungsdauer möglichst auszunutzen, sind die Mäntel im unteren Teile zweckmäßig mit Türen zu versehen, welche während des Anheizens geöffnet zu halten sind.

Der Mannheimer Werkstättenofen (Abbildung 5), ist aus dem Grunde erwähnenswert, weil die geringwertigsten Brennstoffe, u. a. alle Arten geringer Kohlensorten, Koksabfälle, Abfälle von Schreinereiwerkstätten als Säge- und Maschinenhobelspäne, Gerberlohe usw. sowie ausgelesene Kohlenstücke verfeuert werden können, woraus in manchen Fällen wirtschaftlich Vorteile sich ergeben.

Die Öfen werden in drei Größen hergestellt, welche imstande sind 800, 2000, 3500 cbm Raumluft um 10° C zu erhöhen.



Abb. 5. Mannheimer Werkstättenofen. Mannheimer Eisengießerei und Maschinenbau A.-G.

Der Erwähnung wert sind noch die an Öfen zum Erwärmen bzw. Warmhalten von Speisen, zum Verdampfen von Wasser, Trocknen von Sand, Erhitzen oder Kochen von sonstigen Materialien angebrachten Einrichtungen. Für letztere Zwecke ist schließlich noch der für Heiz- und Kochzwecke gleichzeitig brauchbare (von dem Eisenwerk Kaiserslautern gebaute) und preisgekrönte Zimmerofen anzuführen.

II. Gasheizung.

Die Heizung mit Gas ist besonders für solche Arbeitsräume geeignet, welche einerseits keiner stetigen Heizung, andererseits einer schnellen Erwärmung bedürfen. Der Anwendung der Gasheizung in größerem Umfange stehen als Hemmnis hauptsächlich nur die hohen Betriebskosten im Wege. In solchen Fällen, wo gleichzeitig mit der Fabrikanlage eine eigene Gasanstalt errichtet wird, wo also mit einer wohlfeilen bzw. billigen Herstellung des Gases gerechnet werden kann, wird die Gasheizung mit Vorteil anzuwenden sein. Die Vorzüge der Gasheizung sind u. a. hohe Ausnutzung der Verbrennungsstoffe, bis 92 %, jederzeitige und schnelle In- und Außerbetriebsetzung, sofortige Wärmeabgabe, genaue Anpassung der Heizung dem Wärmebedarf entsprechend, Reinhaltung der Raumluft von Asche, Ruß, Rauch.

Bei Verwendung gut konstruierter Öfen, welche eine zuverlässige und vollständige Abführung der Verbrennungsgase ohne größere Wärmeverluste bewirken, bei welchen ferner die Möglichkeit des Austretens von Gas und somit die Gefahr von Explosionen und Vergiftungen so gut wie ausgeschlossen ist, kann von Nachteilen — abgesehen von der Höhe der Kosten — nicht wohl die Rede sein.

Die Gasöfen kommen neuerdings in ebenso reichhaltigen als vortrefflichen Ausführungen an den Markt, u. a. werden in neuerer Zeit häufig leuchtende Flammen zur Heizung angewendet, welche die strahlende Wärme mittels Zurückwerfer (Reflektor) mit Vorteil nutzbar machen.

(Mit der Anfertigung von Gasöfen befassen sich besonders u. a. Friedr. Siemens-Dresden, die Deutsche Kontinentalgasgesellschaft in Dessau, Houben & Sohn-Aachen, Eisenwerk Kaiserslautern, Warsteiner Hütte u. a. m.)

III. Elektrische Heizung.

Die durch die elektrische Heizung erzeugte Wärme wird dadurch gewonnen, daß ein Körper von hohem Leitungswiderstand in den Stromkreis eingeschaltet wird. Da derartige Körper von beliebiger Form an beliebiger Stelle angebracht werden können, da weder Explosions- noch Feuersgefahr besteht, da jede Luftverunreinigung durch die Heizanlage ausgeschlossen und die Bedienung ebenso bequem wie einfach ist, so weist die elektrische Heizung Vorteile wie keine andere auf.

Ihre Anwendung ist trotz der verhältnismäßig billigen Anlagekosten eine sehr beschränkte, aus dem Grunde, weil die Betriebskosten sehr hohe sind; die Kosten stellen sich in der Reihenfolge von Kohlen-, Gas- und elektrischer Heizung in das Verhältnis etwa 1 : 2,5 : 18.

Bei ausreichenden Wasserkraftanlagen wird die elektrische Heizung vorteilhafte Anwendung finden können.

1 qm Heizfläche gibt stündlich im Mittel 70 000 Wärmeeinheiten ab.

IV. Sammelheizung.

Bei der Sammel- oder Zentralheizung wird die Erwärmung der Räume entweder durch stark erwärmte Luft oder durch heißes Wasser oder mittels Dampf bewirkt. Die Erzeugung dieser Wärmemittel findet meist an nur einer zentralen Feuerstelle statt, von wo dieselben durch Kanäle oder durch Rohrleitungen nach den einzelnen zu erwärmenden Räumen übertragen werden.

Als besondere Vorzüge der Sammelheizung sind hervorzuheben:

Sparsames Heizen, weil die Ausnutzung der Brennstoffe in einer größeren Feuerstelle vorteilhafter als bei Einzelheizungen. Größere Feuersicherheit und Reinlichkeit, weil nur eine Feuerstelle.

Einfache reinliche und bequeme Bedienung und Handhabung, weil Brennstoffe in unmittelbarer Nähe der Feuerstelle, Aufschütten derselben nur ein- bis dreimal täglich.

Gleichmäßige und angenehme Erwärmung zu beliebiger Zeit.

Leichte und sichere Regelung der Raumlufttemperatur.

Leichtes Ein- und Ausschalten der Räume vom Heizbetrieb.

Geringes Raumbedürfnis der Heizkörper und vorteilhafte Unterbringung derselben.

Möglichkeit leichter Vereinigung mit Lüftungsanlagen.

a) Luftheizung.

Bei der Luftheizung wird die Luft entweder aus dem Freien, oder auch aus den zu heizenden Räumen selbst entnommen, in einer Heizkammer durch den Luftheizofen (auch Calorifer genannt) auf gewisse Temperatur erwärmt, die in jedem Falle höher ist als die gewünschte Raumtemperatur, und durch Kanäle, welche im Untergeschoß besonders herzustellen, in den übrigen Geschossen im Mauerwerke auszusparen sind, nach den zu heizenden Räumen geleitet.

Die Bewegung der Luft in diesen Kanälen erfolgt entweder durch den natürlichen Auftrieb der warmen Luft, da diese leichter ist als die Außenluft oder die Raumluft selbst, oder die Luft wird durch die Zuluftkanäle mittels Ventilatoren getrieben, deren Antrieb von einer Transmission aus oder durch eine eigene Kraftmaschine erfolgt, z. B. Dampfmaschine, Gasmaschine oder Elektromotor.

Die Bewegung der warmen Luft in den Zuführungskanälen kann auch dadurch bewirkt werden, daß aus dem zu erwärmenden Raum die Luft abgesaugt wird.

Nach ihrem Eintritt in den zu heizenden Raum kühlt sich die warme Luft ab, indem sie ihren Überschuß an Wärme gegen die Raumtemperatur, an die Raumluft abgibt, wodurch die Erwärmung des Raumes erfolgt.

Die verbrauchte Luft wird dann entweder durch Schlote, sog. Abluftkanäle, ins Freie geführt, oder sie wird durch besondere Kanäle zur Wiederverwendung nach der Heizkammer geleitet.

Eine Luftheizung mit Benutzung frischer Außenluft und Abführung der abgekühlten Luft ins Freie nennt man Heizung mit **Lufterneuerung** oder **Ventilationsheizung**, während man bei der Rückführung der Raumluft nach der Heizkammer von einer **Heizung mit Luftumlauf** oder Zirkulationsheizung redet.

Da bei dieser Heizung durch die fortwährende Wiederverwendung

der Luft die Beschaffenheit derselben mehr und mehr verschlechter wird, so kann aus gesundheitlichen Gründen die Zirkulationsheizun nur für solche Arbeitsräume in Betracht kommen, in welchen im Ve hältnis zu ihrer Größ nur wenige Arbeite und mit derartigen A beiten beschäftigt sin wobei besondere Luf verunreinigungen sic nicht entwickeln. Fü alle übrigen Arbeit räume, insbesondere fü stark besetzte oder solche Räume, in we chen durch die Art de Arbeit eine besonder Luftverderbnis vera laßt wird, ist zur E haltung einer gute Luftbeschaffenheit d Ventilationsheizung a zuwenden. Wird d Heizung so eingerichte daß wahlweise durc Raumluft oder durc Frischluft die Erwä mung der Räume e folgen kann, so ist aus hygienischen Grü den geboten, für beid Luftarten besonder Zuführungskanäle vo zusehen und zwar, we die Gefahr der Veru reinigung der Kanä für Raumluft dur diese besteht.

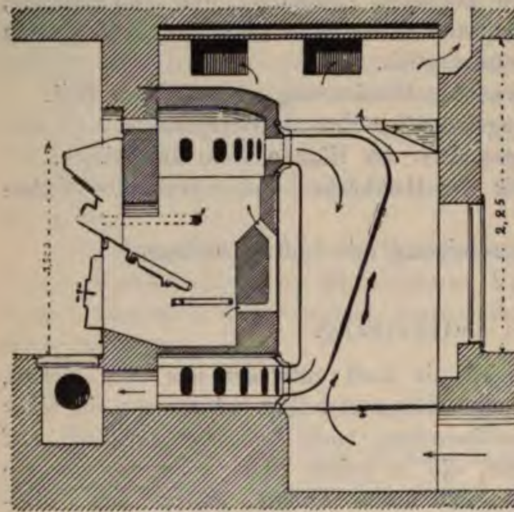
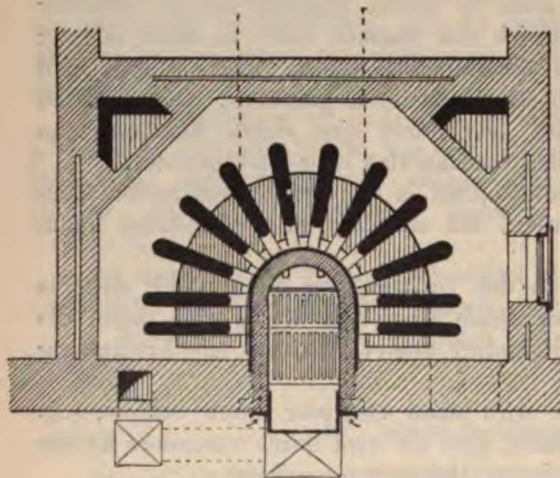


Abb. 6. Luftheizofen (Calorifer). Aufriß.
H. Kori, Berlin.


Abb. 7. Luftheizofen (Calorifer). Grundriß.
H. Kori, Berlin.

Eine Reinigu der Luft, welche b Frischluftheizung nic immer, bei Raumluftheizung aber durchaus geboten ist, wird dur Filter usw. bewirkt (vergl. Abschnitt Lüftung). Um der Luft de normalen Feuchtigkeitsgehalt zu geben, werden in der Heizkamm Befeuchtungsapparate aufgestellt.

Zur Wärmeregelung dienen „Schieber, Drehklappen und Jalousieverschlüsse“.

Der Luftheizofen (Calorifer), Abbildung 6 und 7, ist meist ein dem jeweiligen Bedürfnis entsprechend großer, mit Dauerfeuerung betriebener Heizapparat, welcher genügend Heizoberfläche der ihn berührenden Luft darbietet, so daß ein Erglühen der Wandungen ausgeschlossen ist. Auch darf er keine Gelegenheit zu Staubablagerungen bieten.

Statt des direkt durch Brennstoffe geheizten Calorifers kann man auch einen Heizkörper verwenden, durch den Wasser oder Dampf strömt und seine Wärme an die Luft abgibt; man hat dann eine Wasser- oder eine Dampf-Luftheizung. In neuerer Zeit wird letztere Heizung namentlich in Amerika (Sturtevant Boston-Berlin) für Fabriken verwendet, indem die frische Luft durch Rohrleitungen in die zu heizenden Arbeitssäle eingeführt wird und dort aus zahlreichen Austrittsöffnungen ausströmt. Die Bewegung der Luft wird durch einen Ventilator verursacht, der durch eine Dampfmaschine angetrieben wird, deren Abdampf in einem Dampfcalorifer niedergeschlagen wird, wobei er die Luft auf die nötige Temperatur erwärmt.

b) Wasserheizung.

Die Wasserheizung besteht aus dem Warmwassererzeuger, der Verteilleitung des Wassers nach den Heizkörpern und der Rückführung des Wassers von den letzteren nach dem Warmwasserkessel.

Das ganze Heizsystem ist mit Wasser gefüllt. Durch die Erwärmung des Wassers im Kessel wird zunächst der im Kessel und nach und nach der in der Wasserzuleitung befindliche Wasserinhalt leichter als der Inhalt des Wassers in den Heizkörpern, wo dasselbe sich abkühlt, und in der Rückleitung. Durch diesen Unterschied in dem Gewichte des Wassers entsteht ein Kreislauf des Wassers in dem Heizsystem vom Kessel nach den Heizkörpern und von dort zum Kessel zurück. An dem höchsten Punkte des Rohrsystems ist ein Gefäß — das sogen. Expansionsgefäß — angebracht, in welches das durch die Erwärmung sich ausdehnende Wasser eintritt.

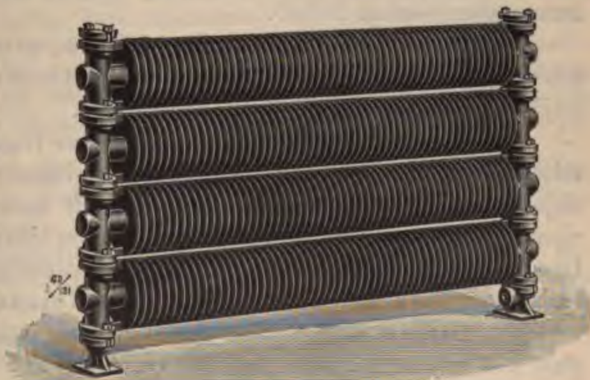


Abb. 8. Heizkörper (Rippenofen). Körting, A.-G., Körtingsdorf b. Hannover.

Die Verteilung

des warmen Wassers kann sowohl vom Untergeschoß (Keller) aus geschehen, als Verteilleitung von unten, als auch vom Obergeschoß (Dachboden) aus, als Verteilleitung von oben.

Die Heizkörper bestehen aus Öfen aus Rippengliedern oder Zierheizelementen (Radiatoren). Für Fabriken eignen sich namentlich Stränge aus Rippenrohren, Abb. 8, welche zweckmäßig an den Fensterwänden entlang verlegt werden.

Die Wärmeabgabe der Heizkörper wird entweder vom Kessel aus geregelt, indem man die Wassertemperatur dem Wärmebedürfnis entsprechend ändert, oder durch Drosselklappen an den Heizkörpern selbst. Da bei völliger Abstellung der Ofen erkaltet, so darf die Temperatur in den Räumen bei Frost nicht unter „Null" sinken, damit kein Heizkörper einfriert. Zur Verhütung des Gefrierens des Wassers empfiehlt es sich daher, demselben ein Gefrierschutzmittel (Sprit, Calcidum usw.) zuzusetzen.

Die Rohrleitungen bestehen aus schmiedeeisernen Rohren, die mit Muffen, bei größerer Weite mit Flanschen verbunden werden. Die Rohrabzweige werden für die kleineren Weiten aus Schmiedeeisen, für die größeren aus Gußeisen hergestellt.

Die Warmwasserkessel zeigen die mannigfachsten Konstruktionen, dieselben sind beispielsweise schmiedeeiserne liegende Siederohr-Zylinderkessel, welche eingemauert werden, eingemauerte oder freistehende zylindrische Kessel mit Siederohren oder auch gußeiserne Gliederkessel, welche namentlich in letzter Zeit große Verbreitung finden.

Man kann auch geeignete Gefäße mit Dampfheizung versehen und dadurch das warme Heizwasser erzeugen, und zwar geschieht dieses bei den sogenannten Dampfwarmwasserheizungen.

Die Kessel sind für Dauerbrand eingerichtet und besitzen daher einen geräumigen Füllschacht, sie sind meist mit einem sogenannten selbsttätigen Zugregulator versehen, welcher die Verbrennung der Brennstoffe selbsttätig regelt.

Man nennt die Wasserheizung, ist das Expansionsgefäß offen, eine Niederdruck-Warmwasserheizung; die höchste Betriebstemperatur beträgt 90° C.

Ist das Expansionsgefäß geschlossen, so kann man die Wassertemperatur steigern. Man hat dann eine Mitteldruck-Warmwasserheizung mit 120° C höchste Temperatur.

Warmwasserheizungen mit noch höherer Temperatur, 90 bis 100° C mittlerer Heizwasser- und etwa 150° mittlerer Betriebstemperatur, sogenannte Heißwasserheizungen, stellt man aus besonders starkwandigen Schmiederohren, sogenannten Perkinsrohren her, die einen Druck von 150 Atmosphären auszuhalten vermögen, man nennt solche Heizungen nach dem Erfinder Perkins-Heizungen.

Eine solche Heizung besteht aus einem geschlossenen Rohrstrang, dessen einer Teil zu einer Schlange gewunden ist, die als Kessel dient, indem sie innerhalb der Feuerung selbst liegt. Das Wasser zirkuliert in diesem Rohrstrang und kühlt sich an Schlangenwindungen ab, welche als wärmespendende Öfen in den einzelnen Räumen angeordnet sind.

Die Schnellstrom-Warmwasserheizung (System Brückner) bezweckt ähnlich der Reckheizung die Erzielung einer schnelleren Wärmewirkung.

Durch Zuführung von Dampf und Mischung desselben mit dem Heizwasser, wodurch die Umlaufgeschwindigkeit im ganzen Heizsystem beschleunigt wird.

c) Dampfheizung.

Bei der Dampfheizung wird das wärmeübertragende Mittel, der Dampf, in einem Kessel erzeugt, welcher durch Rohrleitungen nach den in den zu heizenden Räumen aufgestellten wärmespendenden Dampfheizkörpern geführt wird. Im letzteren kondensiert der Dampf zu Wasser, indem er seine Wärme an die Raumluft abgibt; das Kondenswasser wird durch besondere Leitungen abgeführt. Nach der Höhe der Spannung des Dampfes unterscheidet man Hochdruck-Dampfheizungen und Niederdruck-Dampfheizungen. Erstere werden zweckmäßig mit einem Drucke von 1 bis 2 Atmosphären betrieben. Höheren Dampfdruck verwendet man besser bei Heizungsanlagen nicht.

Die Niederdruck-Dampfheizungen werden mit einem Druck von 0,1 bis 0,2 Atmosphäre betrieben; der höchste zulässige Druck ist 0,5 Atmosphäre. Wegen dieses geringen Druckes von 0,1 bis 0,2 Atmosphäre ist es möglich, das Kondenswasser dem Kessel wieder zulaufen zu lassen; zu dem Zwecke ist es nur nötig, ihn so tief zu stellen, daß der Wasserstand im Kessel 1 bis 2 m tiefer liegt als der tiefste Punkt der Heizkörper.

Bei der Hochdruck-Dampfheizung läßt man das Kondenswasser entweder in einen Abfluß fortlaufen, oder man sammelt es in einem Behälter (Zisterne), von dem man dasselbe dem Hochdruckkessel durch eine besondere Speisevorrichtung: Injektor, Maschinenpumpe oder Dampfpumpe wieder zuführt.

Niederdruckdampf-Kesselanlagen kommen in Fabriken nur zur Anwendung, wenn keine Dampfkraft vorhanden ist, wenn also der Betrieb mit Elektromotoren oder mit Gaskraft- usw. Maschinen bewirkt wird.

Solche Dampfkessel werden zweckdienlich mit Füllschacht versehen, so daß ein Dauerbetrieb der Heizung möglich ist. Ihre Konstruktion ist ähnlich wie die bei vorbeschriebenem Warmwasserkessel. Sie sind zur Erkennung des Wasserstandes und des Dampfdruckes wie jeder Dampfkessel mit Wasserstandszeiger und Manometer und außerdem mit einer selbsttätigen Alarmvorrichtung (Signalpfeife) versehen, um jederzeit, u. a. bei Nichtanwesenheit des Heizers eine etwaige Steigerung über den normalen Dampfdruck oder den Eintritt zu geringen Wasserstandes anzuzeigen.

Ferner sind die Kessel mit einem selbsttätigen Zug- und Druckregulator ausgerüstet, welcher die Verbrennung der Brennstoffe unabhängig von einer Wartung des Kessels regelt.

Jeder Niederdruckdampfkessel muß mit einem sogenannten Standrohr versehen sein, aus dem bei Überschreiten eines bestimmten Druckes im Maximum 0,5 Atmosphäre Kesselwasser oder auch eine besondere Wasserfüllung herausgeschleudert wird, so daß sich der Dampfraum des Kessels mit dem Freien in Verbindung befindet, wodurch der Überdruck sich ausgleicht.

Von Bedeutung für Fabriken ist in den meisten Fällen die Heizung von den für den Dampfmaschinenbetrieb erforderlichen Hoch-

druckdampfkesseln und zwar entweder durch direktes Entnehmen oder durch Verwendung des Abdampfes der Maschinen oder gemischten Dampfes, weshalb man unterscheidet:

α) Frischdampfheizung,
β) Abdampfheizung,
γ) Heizung mit Abdampf und gemischtem Dampf.

α) Frischdampfheizung.

Wie schon erwähnt, verwendet man den Dampf mit der ursprünglichen Kesselspannung selten, weil die Gefahr für die Haltbarkeit der Heizanlage zu groß ist. Man vermindert vielmehr den Druck zweckmäßig entweder auf 1 bis 2 Atmosphären für Hochdruckheizungen oder noch weiter auf 0,1 bis 0,2 Atmosphäre für Niederdruckdampfheizungen. Man erhält hierdurch die Annehmlichkeit einer Niederdruck-Dampfheizung und außerdem besitzt man die Möglichkeit, enge Rohrleitungen für die Leitung des Dampfes zu verwenden, was namentlich in solchen Fällen wichtig ist, sobald eine Anzahl von zerstreut liegenden Gebäuden von einer Stelle aus beheizt werden sollen.

Zur Erzeugung dieses Dampfes von niedriger Spannung bedient man sich der Reduzier- oder Dampfdruckminderungsventile. Die weniger zuverlässig wirkenden derartigen Apparate beruhen darauf, daß der Dampfdruck auf einen durch eine Feder oder ein Gewicht belasteten Kolben oder eine Membrane wirkt, welche bei ihrer Bewegung das Einlaßventil für den hochgespannten Dampf beeinflussen. Je nach der Größe der Feder- oder Gewichtsbelastung läßt sich der Druck verändern. Die bei diesem Apparate auftretenden Kolben- und Stopfbuchsenreibungen vermindern seine Empfindlichkeit.

Sehr zuverlässig wirken dagegen u. a. die Druckminderer mit Quecksilberfüllung, bei welchen der Dampfdruck auf eine Quecksilberfüllung wirkt, in welcher ein Schwimmer taucht, der die Bewegungen des Quecksilbers durch ein Hebelsystem auf ein vollkommen entlastetes Doppelsitzventil überträgt. Das Quecksilber wird in ein verstellbares Überlaufgefäß gedrängt, von dessen Höhenlage die Höhe des Minderdruckes abhängt.

β) Abdampfheizung.

Der bei den Auspuffbetriebsmaschinen meist nutzlos ins Freie strömende Abdampf eignet sich vorzüglich für die Heizung der Fabrikräume und bildet das billigste Heizmittel.

Der Dampf wird durch einen Abzweig der Auspuffleitung entnommen. Letzterer sowie auch der Abzweig werden mit einem Ventil versehen, damit man den Abdampf in die Heizung oder ins Freie führen kann.

Zur Vermeidung eines Überdruckes wird ein Sicherheitsventil eingeschaltet. Im übrigen wird der Dampf genau so in dem Heizsystem verteilt, wie bei einer Frischdampfheizung.

γ) Heizung mit Abdampf und frischem Dampf.

Falls es an Abdampf zur Schaffung der nötigen Wärme fehlt, führt man dem Heizsystem Frischdampf aus der Kesselanlage zu, den man mit dem Abdampf mischt. Zu diesem Zwecke reduziert man mit Hilfe des vorerwähnten Druckminderers den Frischdampf auf die Spannung des Abdampfes (0,1 bis 0,2 Atmosphäre) und führt die beiden Dampfströme in einen Mischapparat zusammen.

Eine direkte Mischung von Frischdampf mit Abdampf kann man, ohne daß ein Gegendruck auf die Dampfmaschine ausgeübt wird, auch dadurch erzielen, daß ein Dampfstrahlsaugapparat (nach dem Verfahren von Gebr. Körting) eingeschaltet wird.



Abb. 9. Gliederofen.
Fritz Kaeferle, Hannover.

Als Heizkörper für Dampfheizungen werden Rippenrohre und glatte Radiatoren verwendet. Für Fabriken eignen sich besonders Öfen aus zusammengebauten Rippenrohren, sog. Gliederöfen (Abb. 9) und Stränge aus solchen Rippenrohren. Hochdruckdampföfen sind mit Ventilen sowohl in der Dampf- als auch in der Kondensleitung zu versehen, während Öfen für Niederdruckheizungen nur ein Regulierventil in der Dampfleitung besitzen. Dasselbe wird vielfach so eingestellt, daß kein Dampf in die Niederschlagswasserleitung des Ofens mehr gelangen soll, während das Eindringen von Dampf in die letztere von anderer Seite durch Einbau einer Drosselvorrichtung vor das letzte Ofenglied verhindert wird, indem aller Dampf im letzten Heizglied kondensiert (System Fritz Kaeferle). Vor Inbetriebsetzung eines Hochdruckdampfheizkörpers muß derselbe entlüftet werden, wozu Lufthähne oder selbsttätige Entlüfter dienen. Bei der Niederdruckdampfheizung geschieht die Entlüftung selbsttätig durch die Kondensleitung, in welche die Luft durch den Gegendruck des einströmenden Dampfes verdrängt wird.

Die Rohrleitungen für Dampfheizungen bestehen aus denselben Materialien, von welchen bei den Wasserheizungen die Rede war.

Sonstige Apparate und Vorrichtungen.

Zum Abschlusse der Kondensleitungen einer Hochdruckdampfheizung nach der Atmosphäre dienen sogen. Kondenstöpfe. Dieselben wirken dadurch, daß ein Schwimmer mit dem Auslaßventil derart verbunden ist, daß bei Andrang des Kondenswassers der Schwimmer sich füllt, niedersinkt und das Ventil öffnet, wonach das angesammelte Wasser durch den Dampfdruck ausgetrieben wird.

Andere Kondenswasserableiter wirken durch die Ausdehnung von Metallstäben oder einer mit einer Flüssigkeit gefüllten Hohlfeder. Solange Wasser angesammelt ist, ist der Abfluß geöffnet, gelangt Dampf an den Ausdehnungskörper, so schließt dieser den Abfluß ab.

Zu erwähnen sind noch die Wasserabscheider, welche das in den Dampfleitungen sich bildende Niederschlagswasser von dem Dampfe trennen und es in eine Abflußleitung ableiten.

Zum Schutze gegen Wärmeverluste sind alle Dampfleitungen, mit Ausnahme der Heizkörper- bzw. Ofenanschlüsse, in zweckentsprechender Weise mit Isoliermaterialien sorgfältig zu umhüllen, während die Kondensrohre kalt bleiben und einer Isolierung nicht bedürfen. Die senkrechten Steige- und Fallrohre werden vorteilhaft in Mauerschlitzen untergebracht, die bei Niederdruckdampfheizung nach der Abnahme der Anlage mit Strohlehm usw. ausgefüllt und verputzt werden können, weil erfahrungsgemäß bei dem vorherrschenden geringen Drucke Undichtheiten in den Leitungen gar nicht oder doch sehr selten vorkommen.

Durch diese Umhüllung mit Isoliermasse wird zugleich die Feuergefährlichkeit der Dampfleitungen beseitigt, sofern die Verlegung derselben in der Nähe von Holzkonstruktionen geschehen muß. Für die durch Erhitzung der Rohre bei längerer geradliniger Leitung entstehenden Längenausdehnungen sind sogenannte Kompensatoren — Ausdehnungsvorrichtungen — einzuschalten, welche in mannigfacher Ausführung als schleifenförmig gebogene Kupferrohre, als tellerförmige Scheibengefäße, als Stopfbuchsenverbindung usw. zur Anwendung kommen. Bei großen Heizungsanlagen ist aus heiztechnischen Gründen die Anbringung von **Fernthermometern** empfehlenswert, durch welche die Temperaturen von ferngelegenen Arbeitsräumen dem Heizungswärter angezeigt werden, wodurch sich die weitere Kontrolle bezüglich der Temperaturen dieser Räume erübrigt. Für manche Zwecke, insbesondere wenn es sich um die genaue Einstellung von Wärmeregulierern, Stellvorrichtungen usw. handelt, ist die Anbringung von Registrierthermometern zu empfehlen.


Abb. 10. Runder Rippenofen. Eisenwerk Kaiserslautern.

Wenngleich die Anbringung der Heizkörper an den Wänden im allgemeinen den Vorzug verdient, so ist in manchen Fällen der Betriebseinrichtungen oder der Maschinen u. a. m. wegen dieses nicht immer durchführbar.

Die Heizkörper können dann u. a. entweder (in der von Gebr. Körting getroffenen Weise) an den Tragsäulen der Räume befestigt werden, oder es gelangen **runde Rippenöfen** (Abb. 10), wie sie u. a. vom Eisenwerk Kaiserslautern gefertigt werden, zur Aufstellung.

Als **besondere Heizungsanlage** ist noch **Körtings Patent-Luftumwälzungsverfahren** anzuführen.

Das Prinzip des Körtingschen Patent-Luftumwälzungsverfahrens beruht darauf, daß der Dampf mit der Luft im Heizkörper sich vermischt, dieselbe in Umlauf bringt und so den Heizkörper, je nach der Menge des eingelassenen

Dampfes und der dadurch bedingten Temperatur der Umlaufsluft, auf diejenige Temperatur bringt, die dem augenblicklichen Wärmebedürfnisse je nach der Lufttemperatur entspricht.

Feuerungsanlagen.

Auf die Wichtigkeit einer guten ökonomischen Feuerungsanlage muß aus dem Grunde besonders hingewiesen werden, weil diese bei manchem Betriebe auf die Rentabilität desselben entscheidenden Einfluß hat.

Die Verbrennung und Wärmeentwicklung der Brennstoffe wie sie die Wissenschaft lehrt, wird in der Praxis nie erreicht. Der erreichbare Nutzeffekt, also der praktische Brennwert, beträgt je nach der Vollkommenheit der Feuerungsanlage und je nach der Handhabung des Heizbetriebes 60—80 % des theoretischen. Der Grund dieser Verluste besteht u. a. in den unverbrannt durch den Rost fallenden Brennstoffen, in der Lagerung der Brennstoffe und in dem Überziehen derselben mit Schlacke und Asche und in der unvollkommenen Verbrennung der Brennmaterialien, wodurch ein Entweichen von brennbaren Gasen und Bildung von Ruß und Flugasche verursacht wird. Wenn demnach Verluste unvermeidlich sind, so muß besonders hervorgehoben werden, daß die besten Feuerungsanlagen (Öfen und Heizanlagen) unwirksam bleiben, wenn sie nicht dauernd gut und zuverlässig gehandhabt und gewartet werden; weshalb es im eigenen Interesse der Betriebsinhaber liegt, nur ausgebildete, tüchtige und zuverlässige Personen, die durch Geschicklichkeit und durch ihre Charaktereigenschaften für einen solchen Heizerposten geeignet erscheinen, damit zu betrauen.

6. Abnahme der Heizungs- und Feuerungsanlagen.

Nach Fertigstellung der Heizungs- und Feuerungsanlagen ist eine erste Probeheizung vorzunehmen, um festzustellen, ob die Anlagen im allgemeinen dem Angebote bzw. den Vertragsbedingungen entsprechen.

Bei den Öfen ist u. a. festzustellen, ob sie auskömmlichen Zug haben, ob gute Verbrennung der Brennstoffe stattfindet, ob keine äußeren Teile glühend werden u. a. m.; bei den Sammelheizungen ist festzustellen, ob alle Heizkörper nahezu gleichzeitig warm werden, ob die Anlage überall dicht bleibt und ob sie geräuschlos arbeitet.

Um endgültig festzustellen, ob die vereinbarte bzw. ausbedungene Wirkung erzielt wird, ist innerhalb des ersten Winters, nachdem die Baulichkeiten in regelmäßige Benutzung genommen worden sind, eine zweite etwa drei- bis achttägige Probeheizung bei niedriger Außentemperatur vorzunehmen.

Für die Bedienung der Heizungsanlagen und der eventuell damit verbundenen Lüftungsanlagen hat der Lieferant Betriebsvorschriften auszuarbeiten, wobei besonders zu berücksichtigen sind:

Die Bedienung der Feuerungen und Rauchverhütungsvorkehrungen, die Behandlung der Wärmeentwickler und ihrer Ausrüstung, sowie der Heizkörper, Luftfilter, Luftbefeuchtungsapparate, Kanal- und Rohrverschlüsse usw. Auch sind Anweisungen hinsichtlich der Reinigung aller Teile und zur Verhütung von Frostschäden darin aufzunehmen.

Das Bedienungspersonal ist mit allen diesen Obliegenheiten während der Probeheizung von dem Lieferanten vertraut zu machen.

7. Vergleich der gebräuchlichsten Heizsysteme.

Möglichkeit und Zweckmäßigkeit der Verbindung des Heizbetriebes mit dem Fabrikbetriebe.

Die Frage, welches der beschriebenen Heizsysteme am vorteilhaftesten für die Heizung einer Fabrik ist, läßt sich nur durch Berücksichtigung der Art und der örtlichen Verhältnisse des Fabrikbetriebes entscheiden. Die Luftheizung allein durch den Auftrieb betrieben, eignet sich nur für Gebäude mit geringer horizontaler Ausdehnung. Bei großem Umfange des Grundrisses müßte man zu Ventilatorenbetrieb schreiten. Die Ventilationsluftheizung (Luftheizung mit Umlauf) ist im Betrieb teuer, weil stets frische kühle Luft angewärmt werden muß. Dennoch ist sie für manchen Fabrikbetrieb nicht nur zweckmäßig, sondern unentbehrlich, z. B. in Räumen, in denen große Staubentwicklung herrscht und für welche Entstaubungsanlagen erforderlich sind. Man ersetzt in solchen Fällen die abgesaugte Luft durch frische, in Dampfheizkammern angewärmte Luft, die zugleich zur Heizung der Räume dient (Holzbearbeitungsfabriken, Spinnereien, Webereien).

Häufig heizt man auch die Räume durch in denselben angeordnete Dampfheizrohre und führt außerdem zur Lüftung auf Raumtemperatur an Heizkörpern vorgewärmte Luft in die Räume ein, wodurch man eine gute Lüftung der Räume erreicht. Die Warmwasserheizung ist für Fabriken nicht besonders geeignet, weil ihr der Übelstand anhaftet, daß sie bei Außerbetriebsetzung und dadurch erfolgender Abkühlung einfrieren kann. Man schätzt an ihr die Möglichkeit, bei mäßiger Kälte milde Wärmeabgabe der Öfen zu erreichen, was aber bei Fabrikheizungen wohl nicht von Bedeutung ist.

Die für Fabriken geeignetste Sammelheizung ist die Dampfheizung, und zwar in erster Linie natürlich, wenn für den Fabrikbetrieb sowieso Dampfkraft erforderlich ist. In diesem Falle ist der Abdampf der Betriebsmaschine ein Heizmittel, das man gewissermaßen umsonst zur Verfügung hat. Bei großen Dampf-

maschinen, die mit Kondensation arbeiten, ist es zweifellos ratsam, für den Winterbetrieb die Kondensation auszuschalten und den Abdampf zu Heizzwecken zu verwenden, da hierdurch seine Wärme am vollkommensten ausgenutzt wird. Ist kein Abdampf vorhanden, so entnimmt man frischen Dampf aus der Hochdruckkesselanlage, aus der auch die etwa fehlende Dampfmenge zugesetzt wird, wenn nicht genügend Abdampf vorhanden ist.

Wird Abdampf verwendet, so ist die Heizung eine Niederdruckdampfheizung, deren Heizkörper in einfacher und vollkommener Weise durch Handhabung der an den Heizkörpern angebrachten Ventile geregelt werden kann.

Diese Leichtigkeit der Bedienung und die damit verbundene Anpassungsfähigkeit an die Witterung, welche in letzter Linie eben den sparsamen Betrieb bedingt, ist auch der Grund, daß man reine Frischdampfheizungen als Niederdruckdampfheizungen ausbildet. Der wegen der großen Heizfläche und weiteren Rohre bedingte Mehrpreis wird reichlich durch Betriebsersparnisse aufgewogen. In neuerer Zeit, welche uns die Verwendung von Gaskraftmaschinen für Fabriken gebracht und ihre Vorteile gezeigt hat, ist es bei der Neuanlage von Fabriken eine nicht leicht zu entscheidende Frage, welche Antriebskraft für den maschinellen Betrieb man wählen soll. Die Frage der Heizung spielt dabei oft eine ausschlaggebende Rolle, und es ist zweckmäßig, sich an Hand von genauen Entwürfen eine Rentabilitätsberechnung aufzustellen durch Gegenüberstellung von:

a) Dampfmaschinenbetrieb und Heizung mittels Abdampfes oder Frischdampfes,
b) Antrieb durch Verbrennungsmotoren (besondere Kraft- oder Sauggasmotoren, Dieselmotoren) und Heizung durch eine Niederdruckheizung mit besonderer Niederdruckkesselanlage, oder auch für weitausgedehnte Fabrikanlagen mit einer Hochdruckkesselanlage, von woher der hochgespannte Dampf nach den einzelnen Gebäuden hingeleitet wird, um hier durch Druckminderer auf Niederdruckspannung gebracht zu werden. Die Heizungsanlage ist in jedem Falle ein wesentlicher Bestandteil des Fabrikbetriebes und ihre Ausbildung und Unterhaltung ist nach denselben Gesichtspunkten zu bewirken, wie die der übrigen den Fabrikbetrieb besonders kennzeichnenden Einrichtungen.

Ein Verzeichnis größerer Heizungsfirmen geben wir nachstehend:

E. Angrick, Berlin,
Arendt, Mildner & Evers, Hannover-Vahrenwald,
Bechem & Post, Hagen in Westfalen,
Danneberg & Quandt, Berlin,
de Dietrich & Co., Niederbronn,
Göhmann & Einhorn, Dresden,
David Grove, Berlin,

J. Haag, Augsburg,
Fritz Kaeferle, Hannover,
Käuffer & Co., Mainz,
Emil Kelling, Berlin,
Heinrich Kori, Berlin,
Gebr. Körting Aktiengesellschaft, Hannover-Körtingsdorf,
Liebau, Magdeburg,
Rud. Otto Meyer, Hamburg,
Rietschel & Henneberg, Berlin,
Schäffer & Walcker, Berlin,
Walz & Windscheidt, Düsseldorf,
Zentralheizungswerke, Hannover-Hainholz.

B. Lüftung.

1. Einleitung.

a) Luft.

Die Luft ist das wichtigste Lebensmittel, welches ohne Lebensgefahr selbst nicht auf verhältnismäßig kurze Zeit zu entbehren ist, und zwar ist es der in der Luft enthaltene Sauerstoff, welcher dem Menschen durchaus notwendig ist.

Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge von etwa 21 Raumteilen Sauerstoff (O), 78 Raumteilen Stickstoff (N), 0,7 Raumteilen Argon (Arg.), 0,025 bis 0,05 Raumteilen Kohlensäure (CO_2), daneben finden sich stetig, aber in wechselnder Menge Wasserdampf, Ammoniak, Salpetersäure und Schwefelsäure, vorübergehend auch Ozon, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure u. a. m. Mechanisch beigemengt enthält die Luft Staub und Mikroben.

Von unmittelbarem Einflusse auf die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen ist lediglich der Gehalt der Luft in erster Linie an Sauerstoff, ferner an Wasserdampf und an schwefliger Säure.

b) Ursachen der Luftverderbnis.

Als Ursachen, welche die Beschaffenheit und Güte der Luft in geschlossenen, von Menschen benutzten Räumen in nachteiliger Weise verändern, sind hauptsächlich anzuführen:

1. Der Lebensprozeß des Menschen (Ausatmung und Ausdünstung).
2. Die Verbrennungsgase der künstlichen Beleuchtung und mangelhaft funktionierende Heizungsanlagen.
3. Die von Menschen und Beleuchtung abgegebene Wärme.
4. Die aus den Arbeitsbetrieben herrührenden Verunreinigungen, *Rauch, Gase,* Staub usw.

Zu 1. Durch die Atmung entzieht der Mensch der Luft Sauerstoff und ersetzt sie durch Kohlensäure, und zwar macht der Mensch bei normaler Atmung minutlich 15—16 Atemzüge, wobei jedesmal 0,4—0,5 l Luft in die Lungen eingeführt werden.

Die stündliche Luftaufnahme beträgt demnach 360 bis 480 l, die tägliche 8,5 bis 11,5 cbm, im Mittel also etwa 10 cbm.

Die Zusammensetzung der Luft wird hierbei durch die Aufnahme des Sauerstoffes und Ausscheidung der Kohlensäure nachteilig verändert, es sind nämlich im Mittel enthalten:

	Volumenprozente		
	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure
in der atmosphärischen Luft...	20,96	79,02	0,03
„ „ ausgeatmeten Luft	16,03	79,02	4,38

Bemerkenswert ist die Abnahme des Sauerstoffes um etwa 25 %, besonders aber die bedeutende Zunahme des Gehaltes an Kohlensäure um mehr als das Hundertfache.

Die Kohlensäureentwicklung beim Menschen ist selbstverständlich bedeutenden Schwankungen unterworfen und ist verschieden nach Alter, Geschlecht, Beschäftigung und Ernährung.

Die stündliche Abgabe an Kohlensäure beträgt:

		Alter Jahre	Körpergewicht kg	Stündliche Entwicklung von Kohlensäure CO_2 cbm	
1.	kräftiger Arbeiter, arbeitend	28	72,00	0,0363	nach v. Pettenkofer
2.	„ „ ruhend .	28	72,00	0,0226	
3.	Mann.	28	82,00	0,0186	nach Scharling
4.	Frau	35	65,00	0,0170	
5.	Jüngling	16	57,75	0,0174	
6.	Jungfrau	17	55,75	0,0129	
7.	Knabe	$9^3/_4$	22,00	0,0103	
8.	Mädchen	10	23,00	0,0097	

Wenngleich das spezifische Gewicht der Kohlensäure auf Luft bezogen = 1,529 ist, so kann man dennoch infolge der stetigen Luftbewegung in den Arbeitsräumen eine ziemlich gleichmäßige Verteilung der Kohlensäure annehmen. Eine weitere Verschlechterung der Luft durch den Menschen findet durch die Ausscheidung von Wasserdampf statt, welcher Prozeß durch Atmung und Hautausdünstung sich vollzieht.

Die Menge der zur Ausscheidung kommenden Wassermenge wechselt je nach dem Wassergehalte der umgebenden Luft. Der stündlich erzeugte Wasserdampf beträgt bei einem Erwachsenen nach Versuchen von Pettenkofer und Voit, bei Ruhe etwa 40 g, bei körper-

licher Arbeitsleistung etwa das Doppelte; bei Kindern rechnet ma die Hälfte.

Zu 2. Der Einfluß der verschiedenen Beleuchtungsarten a die Verunreinigung der Luft durch Kohlensäureentwicklung geht a nachstehender Übersicht hervor:

Beleuchtungsart	Verbrauch pro Hefn.-Kerze Ltr./Std.	Kohlensäure-Entwicklung pro Hefn.-Ker cbm/Std.
Gas-Schnittbrenner	20—80	0,0114
Gas-Rundbrenner	8—20	0,0046
Gas-Auerbrenner (Glühlicht) bei 20 bis 70 mm Wasserdruck	1,5—2,9	0,0007
Petroleum, großer Rundbrenner	0,0025	0,0044
„ kleiner Flachbrenner	0,0075	0,0095
Wachskerze	7,7 g	0,0118
Stearinkerze	9,2 g	0,0130
Elektrische Glühlampen	0,0085 bis 0,0046 PS	—
„ Bogenlampen	0,0025 „ 0,0009 „	Spuren

Die elektrische Beleuchtung verschlechtert danach die Luft dur Kohlensäureentwicklung fast gar nicht, während die Verunreinigu durch die übrigen Beleuchtungsarten nicht unbedeutend, zum T sogar recht erheblich ist.

Eine bemerkenswerte Ausnahme von der hohen Kohlensäureprodukt macht das Gasglühlicht; dasselbe besitzt außerdem die Vorteile, daß es ni blakt, keine unvollkommenen Verbrennungsprodukte abgibt und die Tempera worauf weiterhin noch näher eingegangen wird, ganz wesentlich geringer erh als andere Beleuchtungsarten.

Durch mangelhaft konstruierte oder durch unachtsam bedie Ofen-Heizanlagen kann gleichfalls Kohlensäure an die Luft abgege werden, hingegen gut gebaute Öfen, wie bereits erwähnt ist, in v teilhafter Weise zur Lüftung dienen.

Zu 3. Die stündliche Wärmeabgabe der Menschen an die L kann man bei Erwachsenen zu etwa 100 Wärmeeinheiten, bei Kind zu 50 Wärmeeinheiten annehmen.

Die durch die verschiedenen Beleuchtungsarten verursac Wärmeentwicklung beträgt nach den Ermittelungen des Profess Wedding:

Beleuchtungsart	Lichtstärke in Kerzen	Stündlicher Verbrauch	Stündlich aufgewendete Wärme in Wärmeeinheit im ganzen	für 1 Ke
Gasbeleuchtung:				
Schnittbrenner	30	399 l	1995	66,5
Rundbrenner	20	200 l	1000	50
Regenerativbrenner	111	408 l	2042	18,4
Gasglühlicht (Auerbrenner)	50	100 l	500	10
Lucaslicht	500	500—600 l	2500—3000	5—6
Spiritusglühlicht	30	0,057 l	336	11,2

Beleuchtungsart	Lichtstärke in Kerzen	Stündlicher Verbrauch	Stündlich aufgewendete Wärme in Wärmeeinheiten	
			im ganzen	für 1 Kerze
Petroleum (14liniger Normalbrenner)	30	0,108 l	862	28,7
Petroleum (Glühlicht) . . .	40	0,05 l	550	13,75
Azetylenlicht	60	36 l	328	5,5
Elektr. Beleuchtung:				
Gewöhnliches Glühlicht . .	16	48 Watt	41,5	2,59
Nernstlicht	25	38 „	32,8	1,3
Bogenlicht	600	258 „	222	0,37

Für die Berechnung des Luftwechsels ist zweckmäßig die gesamte stündlich aufgewandte Wärmemenge als frei werdende zu berücksichtigen, wenngleich ein Teil davon zur Lichtbildung, ein anderer Teil zur Wasserverdunstung aufgebraucht wird.

Zu 4. Zu diesen unter 1—3 aufgeführten Luftverschlechterungsquellen, die in verschieden hohen Graden auftreten, kommen noch die aus den gewerblichen Betrieben selbst herrührenden besonderen Verunreinigungen. Von diesen bilden die gas- und staubförmigen Verunreinigungen die größte Gefahr für die Gesundheit der Arbeiter, aus welchem Grunde zur Beseitigung der mit derartigen schädlichen Stoffen geschwängerten Luft besondere Lüftungsanlagen: Entnebelungs-, Entstaubungs- und Staubsammleranlagen zur Anwendung kommen, welche am Schlusse dieses Abschnitts kurz noch besonders behandelt werden sollen.

Bei der Bemessung des Luftwechsels ist auf die Art der zu verrichtenden Arbeiten und auf die Beschaffenheit der zur Verarbeitung gelangenden Materialien gebührend Rücksicht zu nehmen. Die aus dem sich zersetzenden Schmutz der Arbeitskleidung usw. bei manchen Betrieben sich fühlbar machende Luftverschlechterung ist gleichfalls zu berücksichtigen.

Die Beseitigung des in der Raumluft enthaltenen Staubes kann nicht durch Lüftung, sondern nur durch Sauberkeit und Reinlichkeit — also durch Besen und Scheuertuch — bewirkt werden.

c) Ermittelung des Luftwechsels.

Wie dargelegt ist, sind es hauptsächlich organische Stoffe, welche die Luft verunreinigen. Da die Menge dieser Stoffe aber nicht meßbar ist, so setzt man die durch die Ausscheidung von organischen Stoffen bewirkte Verschlechterung der Luft in das gleiche Verhältnis mit der Zunahme der ausgeatmeten Kohlensäuremenge; der Kohlensäuregehalt der Raumluft dient also als Maßstab für deren Verunreinigung. Die Ermittelung der Größe des Luftwechsels kann auf drei Arten erfolgen:

1. unter Zugrundelegung der Kohlensäureentwicklung der Menschen und der Beleuchtung;

2. unter Zugrundelegung einer nicht zu überschreitenden Temperatur im Raume;

3. unter Zugrundelegung von Durchschnittswerten bzw. Erfahrungssätzen.

Nach v. Pettenkofer ist die Raumluft noch gut, wenn ihr Kohlensäuregehalt bis 0,0007 cbm auf 1 cbm Luft (also 0,7 ‰) beträgt, und noch gesundheitlich zulässig bei einem Ansteigen des Kohlensäuregehaltes bis auf 0,001 cbm (1 ‰); in neuerer Zeit wird ein Kohlensäuregehalt, welcher zeitweise bis 0,0015 cbm auf 1 cbm Luft (bis 1,5 ‰) ansteigt, gesundheitlich für unbedenklich angesehen, in manchen Fällen, in sehr stark besetzten Arbeitsräumen ist die Innehaltung selbst dieses Prozentsatzes nicht immer möglich.

Da in der Außenluft nur 0,4 ‰ Kohlensäure enthalten sind, so ist vom hygienischen Standpunkte dahin zu trachten, die Raumluft wenn möglich gleich der Außenluft zu machen.

Nachstehende Übersicht zeigt, daß der notwendige Luftwechsel sowohl für die verschiedenen Geschlechter und Lebensalter als auch für Tätigkeit und Ruhezustand verschieden ist.

	Stündlich ausgeatmete Kohlensäuremenge in Liter	Stündlicher Frischluftbedarf bei	
		$k = 0{,}001$ cbm	$k = 0{,}0015$ cbm
1. kräftiger Arbeiter, arbeitend	36	60	33
2. „ „ ruhend .	23	38	21
3. Mann	19	32	17
4. Frau	17	28	15
5. Jüngling	17	28	15
6. Jungfrau	13	22	12
7. Knabe	10	17	9
8. Mädchen	9	15	8
9. 1 cbm Gas	570	950	518

Bemerkenswert ist die durch Gasverbrennung eintretende erhebliche Verschlechterung der Luft und der hierdurch notwendig werdende große Luftwechsel.

Von Wichtigkeit für uns ist nur die Größe des Luftwechsels unter Zugrundelegung von Durchschnittswerten bzw. Erfahrungssätzen.

Die Gewerbeordnung enthält weder über die Größe des jedem Arbeiter zu gewährenden Luftraumes noch über die Größe des nötigen Luftwechsels genaue Bestimmungen. Gefordert wird nur: „ausreichender Luftraum und Luftwechsel".

Bei Räumen mit geringer Besetzung wird nach Rietschel in der Regel ein einmaliger Luftwechsel stündlich ausreichen, mit Steigerung

der Benutzung ein größerer Luftwechsel einzutreten haben. Bei Räumen, in denen sich Gerüche entwickeln, ist eine Steigerung des Luftwechsels auf das Vier- bis Fünffache des Rauminhalts anzustreben. Im allgemeinen wird der stündliche Luftwechsel für Werkstätten und Fabriken zu 60 cbm für jeden Arbeiter angenommen.

Diese Annahme des Luftwechsels unterliegt begreiflicherweise in den verschiedenen Betrieben der Änderung, weil die Reinhaltung der Luft, abgesehen von der Beseitigung der durch den Lebensprozeß und die künstliche Beleuchtung entstehenden Verunreinigungen, noch die Entfernung der bei den besonderen Arbeitsprozessen entstehenden Luftverunreinigungen fordert. —

Abendbetriebe, besonders aber Tag- und Nachtbetriebe bedürfen gleichfalls einer besonderen Berücksichtigung bei der Höhe des Luftwechsels, weil in solchen Fällen durch die künstliche Beleuchtung — je nach der Beleuchtungsart — eine mehr oder minder erhebliche Verschlechterung der Luft bewirkt wird.

Es muß hervorgehoben werden, daß sich die Raumlüftung über ein bestimmtes Maß, ohne störende Erscheinungen von Zug, nicht steigern läßt, und zwar liegt diese Grenze unter der Annahme eines Raumes mittlerer Größe mit nur einem Zu- und Abluftkanal bei einer stündlich fünfmaligen Erneuerung der Raumluft. Bei hohen Räumen und wenn die Zuluft wärmer als die Raumluft ist, mag eine Steigerung noch zulässig erscheinen.

Genugsam bekannt ist, daß Luftströmungen in geschlossenen Räumen, namentlich wenn sie kälter als die Temperatur der Räume sind, stets zu Belästigungen und Klagen führen, auch treten in solchen Fällen leicht Erkältungen ein.

Bestimmte Grenzen für die Geschwindigkeit dieser Luftströmungen bestehen nicht, doch wird eine Geschwindigkeit von 0,3 m in der Sekunde im allgemeinen noch nicht als belästigend angesehen, sofern die Temperatur des Luftstromes nicht niederer ist als die des Raumes.

Eine Vorwärmung der einzuführenden Frischluft ist daher im Winter durchaus notwendig.

Von Bedeutung ist ferner, daß die Raumluftmengen und die Menge des Luftwechsels in einem richtigen Verhältnis zueinander stehen müssen, weil bei großen Raumverhältnissen und geringem Luftwechsel die Frischluft keine gleichmäßige Verteilung findet und somit an ihrer Wirkung Einbuße erleidet. Umgekehrt werden, je kleiner und je dichtbesetzter der Raum, je größer demgemäß die Lüftung sein muß, derartig starke Zugerscheinungen auftreten können, daß aus gesundheitlichen Gründen entweder der Raum vergrößert oder die Zahl der Arbeitenden verringert werden muß.

d) Größe des Luftraumes.

Die Bemessung des Luftraumes ist bei der Einrichtung von künstlichem Luftwechsel gesundheitlich von geringerer Bedeutung, von ganz besonderer Wichtigkeit ist dieselbe aber für solche Räume, welche besondere Lüftungsanlagen nicht erhalten.

Für einige Betriebsarten, in denen die Verunreinigungen der Luft besonders gesundheitsschädliche Folgen haben, ist vom deutschen Bundesrat für gewisse Anlagen ein Mindestluftraum vorgeschrieben worden.

Danach werden für jeden in den Arbeitsräumen von Zigarrenfabriken beschäftigten Arbeiter 7 cbm und für die Abfüll- und die zur erstmaligen Verpackung dienenden Räume in Phosphorzündhölzer-Fabriken mindestens 10 cbm Luftraum gefordert; im letzteren Falle außerdem noch ausreichende Lüftungsvorrichtung. Die Aachener Vorschriften verlangen 12 cbm Luftraum. Vom gesundheitlichen Standpunkte aus müssen diese Luftraumgrößen als unzulänglich bezeichnet werden.

Von namhaften Hygienikern, Hirt, Popper u. a., werden mindestens 15 cbm Luftraum gefordert, welcher auf 20 cbm zu erhöhen ist, wenn durch den Betrieb selbst noch Verunreinigungen erzeugt werden. Diese Forderungen, welche der Billigkeit entsprechen, können wir nur durchaus unterstützen.

Abgesehen von den gesundheitlichen Vorteilen, die sich für das Wohlbefinden usw. aus dem größeren Luftraum ergeben, trägt derselbe außerdem wesentlich zur Verminderung von Betriebsunfällen bei, was gleichfalls wohl zu beachten ist.

Im Interesse der Verkehrssicherheit und zur weiteren Vermehrung des Schutzes gegen Betriebsunfälle muß ein Mindestmaß an Grundfläche für jeden Arbeiter gefordert werden; als allergeringstes Maß können 2,5 qm hierfür angesehen werden.

2. Erzielung des Luftwechsels.

Die Erzielung des Luftwechsels kann erfolgen durch:

I. Natürliche Lüftung (durch natürliche Temperaturunterschiede und Windanfall).

II. Künstliche Lüftung.
   a) Lüftung durch Fenster.
   b) Lüftung durch Abführung der Raumluft durch besondere Kanäle (Sauglüftung).
   c) Lüftung durch Einführung frischer Luft durch besondere Kanäle (Drucklüftung).

I. Natürliche Lüftung.

Infolge der Durchlässigkeit und Undichtheiten der Umschließungskörper, insbesondere der Fenster und Türen eines Raumes, herrscht bei unterschiedlicher Raumluft- und Außentemperatur stets ein mehr oder weniger großer Luftwechsel. Die diesen Luftwechsel bewirkende Kraft wird durch den zwischen beiden Temperaturen bestehenden Unterschied und durch Windströmungen hervorgebracht.

Der infolge des Temperaturunterschiedes entstehende Auftrieb bewirkt ein Aufsteigen der wärmeren — leichteren — Luft, die durch die kältere — schwerere — Luft verdrängt wird. Der Lufteintritt in einen erwärmten, von kalter Außenluft umgebenen Raum findet daher stets unten am Boden, der Luftaustritt jedoch stets an der Decke statt. In einem erwärmten Gebäude durchzieht daher im Winter ein Luftstrom in der Richtung von unten nach oben das Gebäude, während bei warmer Außenluft und kühler Innenluft die Luftbewegung in entgegengesetzter Richtung auftritt. Es ist dieses aus dem Grunde zu beachten, weil hierdurch ein Luftaustausch der einzelnen Geschosse stattfindet, welcher nicht immer erwünscht ist und der — wenn nötig — durch besondere Herstellung der Decken vermieden werden kann. Die durch Windströmung hervorgebrachte Luftströmung nimmt ihren Weg durch das Gebäude in der Richtung des Windes.

Der durch die Luftdurchlässigkeit der Baumaterialien mögliche Luftwechsel ist sehr gering.

Durch Sättigung der Baumaterialien mit Wasser wird die Durchlässigkeit für den Luftdurchgang wesentlich herabgesetzt, bei Sandsteinen und Ziegelsteinen um etwa 80%, bei Kalkmörtel um etwa 93%. Durch Verkleidungen, Anstriche von Öl- und Kalkfarben wird gleichfalls der Luftwechsel durch die Umschließungskörper wesentlich vermindert.

Die Luftdurchlässigkeit wird beispielsweise herabgesetzt durch:

Gewöhnliche Tapete auf etwa	82%
Kalkfarbenanstrich „ „	50%
Leimfarbenanstrich „ „	75%

Neuer Öl-, Wachs- oder Paraffinanstrich ist undurchlässig.
Wasserglas (mit der Zeit) undurchlässig.

Der durch natürliche Lüftung hervorgebrachte Luftwechsel ist demnach gering. In gewöhnlichen Wohnräumen ist ein stündlicher Luftwechsel bis zur Größe des Rauminhalts beobachtet worden, welcher weniger der Durchlässigkeit der Baumaterialien als vielmehr zufälligen Undichtheiten beizumessen ist. Da der natürliche Luftwechsel außerdem vom Winde und sonstigen Witterungseinflüssen sehr abhängig und somit sehr schwankend ist, so kann derselbe lediglich

bei Lagerräumen und solchen Räumen in Betracht kommen, in welchen nur vorübergehend und auf kurze Zeit Arbeiten verrichtet werden. Im Hinblick auf die Forderungen der neueren Gesundheitspflege ist er unzureichend und ist die Anwendung der künstlichen Lüftung im Fabrikbetriebe durchaus geboten.

II. Künstliche Lüftung.

a) Lüftung durch Fenster.

Das einfachste Mittel, um Luftwechsel künstlich zu erzielen, ist das Öffnen von Fenstern und Türen. Wesentlich wirksamer kann die Lüftung dadurch gemacht werden, wenn Fenster in zwei einander gegenüberliegenden Wänden vorhanden sind, auch Türen sind hierfür geeignet. Es entsteht hierdurch eine ebenso kräftige wie schnelle Zuglüftung, durch welche eine vollständige Erneuerung der Raumluft in kurzer Zeit, je nach den Temperaturunterschieden in wenigen Minuten, bewirkt werden kann. Der eintretende Wärmeverlust ist nicht so bedeutend, als meist angenommen wird, doch soll man die Regel befolgen: nicht selten und lange, sondern öfter und immer nur auf kurze Zeit — etwa 2 bis 6 Minuten — die Fenster offen zu halten. Während der Arbeitszeit sind diese Lüftungen nicht immer anwendbar, in den meisten Fällen wird es untunlich sein, hiervon Gebrauch zu machen, doch sind die Arbeitspausen, insbesondere die Mittagspause, hierfür sehr geeignet.

Eine stetige — Dauer- — Lüftung während der Arbeitszeit läßt sich in günstiger Weise bei normalen Fenstern durch für diesen Zweck besonders hergestellte Kippflügel-, Oberlicht-, Jalousie-Fenster, Schaetzkes Idealfenster, bei Obergeschoß und Shedbauten oder ähnlichen Bauten durch Jalousiedachfenster und sog. Shedlüfter bewirken. Bei richtiger Anlage der erstaufgeführten Oberlichtfenster usw. bieten diese nicht nur Sicherheit gegen Einsteigen, sondern vermeiden das Eindringen von Niederschlägen völlig und halten den Staubgehalt der Luft in beträchtlichem Maße zurück. Für das leichte Öffnen und sichere und dichte Schließen der Kippflügel- und Oberlichtfenster dienen besondere Beschläge, durch welche die Fenster auch in jeder Öffnungsweite festgestellt werden können.

Die Jalousie-, Hebel- und Scheren-Dachfenster bzw. Shedlüfter sind aus bestem Schmiedeeisen hergestellte und rostsicher verzinkte Dachfenster, welche infolge ihrer besonderen Konstruktionen eine immerwährende Lüftung bei jeder Witterung, auch bei seitlichem Regen oder Schneetreiben gestatten, ohne daß die Niederschläge eindringen. Da die Lüftungswirkung dieser wettersicheren Dachfenster durchaus günstig ist, so können sie in manchen

Fällen an Stelle der bisher üblichen Dachreiter zweckmäßige Verwendung finden.

Jalousielüfter (Abb. 11) fertigen Hürtgen, Mönnig & Co., Köln-Lindenthal.

Hebel-Dachfenster „Ideal“ werden von der Rothenfelder Blechwarenfabrik und Verzinkungsanstalt, Bad Rothenfelde, angefertigt, während Lieferanten des Scheren-Dachlüfter-Fensters Reiß & Güldner-Düsseldorf sind.

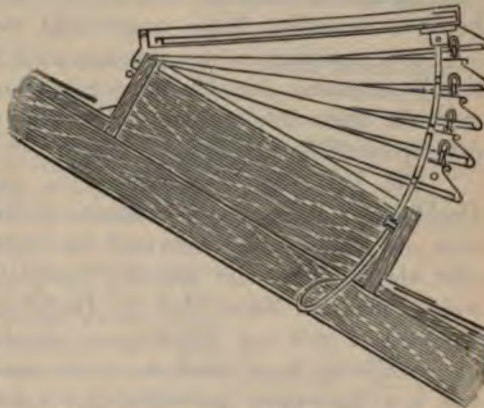


Abb. 11. Längsschnitt eines geöffneten Dachfensters mit Stelleisen.
Hürtgen, Mönnig & Co., Köln a. Rh.

Die sog. Firstlüftung, welche mittels Dachreiters meist bei sattelförmigen Dächern eingerichtet wird, ist für bestimmte Zwecke, u. a. für Kessel-Retortenhäuser und solche Räume, die ständig eines Abzuges verunreinigter Luft bedürfen, sehr geeignet.

Die erwähnten Oberlicht- und Dachfensterkonstruktionen haben noch den weiteren Vorzug, daß sie ein ununterbrochenes Lüften auch während der Nacht gestatten und daß ihre Anlagekosten verhältnismäßig gering sind. Zur stetigen Lufterneuerung eignet sich indessen der klimatischen oder örtlichen Verhältnisse wegen die Fensterlüftung nicht überall und auch nicht zu jeder Jahreszeit, daher die Anwendung der Fensterlüftung mehr oder minder beschränkt ist.

b) Lüftung durch Abführung der Raumluft durch besondere Kanäle (Sauglüftung).

Der Austausch der Raumluft mit der Außenluft wird bei dieser Lüftungsart durch Anlage besonderer Abluftkanäle erzielt, indem diese die verdorbene Raumluft ableiten, wobei der Luftersatz durch die Undichtheiten der Fenster, Türen und Wände des Raumes oder durch besondere Kanäle erfolgt, welche frische Außenluft zuführen.

Die Luftableitungen sind in stark besetzten Arbeitsräumen sowohl am Fußboden, als an der Decke vorzusehen, gewöhnlich stehen beide Ableitungen mit nur einem Abluftkanal in Verbindung. In manchen Fällen, besonders bei Gasbeleuchtung, ist aber getrennte Abführung durch zwei Kanäle erforderlich, um gleichzeitig unter der Decke und über Fußboden Luftabnahme bewirken zu können, die

vielfach verbreitete Annahme, daß die in Deckenhöhe befindlichen Abluftöffnungen hauptsächlich nur zur Luftabführung im Sommer (sog. Sommerlüftung) bestimmt sind, ist daher irrig.

Den im Raume möglichst verteilt anzulegenden Abzugsöffnungen ist solche Größe zu geben, daß Zugerscheinungen vermieden werden.

Ist nur ein Abluft- und ein Zuluftkanal erforderlich, so können beide in derselben Wand angebracht werden.

Aus praktischen, insbesondere aber aus hygienischen Gründen u. a. zur Vermeidung der Übertragung übler Gerüche ist es empfehlenswert, für jeden Raum einen angemessen großen Abluftkanal anzulegen, der zweckmäßig unmittelbar über Dach zu führen ist.

Um bei dieser Anordnung die nachteilige Durchbrechung der Dachflächen an mehr oder minder vielen Stellen zu vermeiden, kann man die Abluftkanäle entweder im Dachboden frei ausmünden lassen, oder sie in einen oder mehrere Hauptabluftschächte zusammenziehen, welche mehrere Meter über die Dachfirst zu führen und in geeigneter Weise, u. a. mit sog. Deflektoren, abzudecken sind. Die Ausmündung im Dachboden kann durch Ausdünstungen, Bildung von Schwitzwasser und von Tauwasser bei Schneefall mancherlei Nachteile im Gefolge haben, weshalb die Entlüftung über Dach unbedingt den Vorzug verdient.

Die Abluftrohre von Aborten und von Räumen mit gesundheitsschädlichen Gasen usw. dürfen selbstverständlich nicht in Sammelleitungen eingeleitet werden, sondern sind selbständig über Dach zu führen.

Häufig werden die Abluftkanäle statt nach oben nach unten geleitet, wo sie durch Sammelkanäle mit einem entweder entsprechend erwärmten oder mit Exhaustor versehenen Abluftschachte in Verbindung gebracht werden. Im allgemeinen ist der Schacht bis über Dachfirst zu führen, doch ist dieses bei Anwendung von Exhaustoren nicht immer erforderlich, sofern die herrschenden Windströmungen nicht störend auf den Austritt der Abluft einwirken können.

Die zur Herbeiführung der Bewegung der Abluft in den Kanälen erforderliche Kraft wird, wie bereits angedeutet, durch natürlichen oder künstlich verstärkten Auftrieb, durch Windanfall oder durch luftsaugende Apparate erzeugt, welche Lüftungsart als Saug- oder Aspirationslüftung bezeichnet wird.

Der natürliche Auftrieb ist von dem Unterschiede der Temperatur des zu lüftenden Raumes und der der Außenluft abhängig und ist im allgemeinen nicht sehr groß. Die Verstärkung des Auftriebes bzw. des Luftwechsels kann:

α) durch künstliche Erwärmung der Abluft,

β) durch Benutzung der äußeren Luftströmungen,

γ) durch Anwendung mechanischer Vorrichtungen (Exhaustoren usw.) bewirkt werden.

α) Erwärmung der Abluft.

Die Erwärmung der Abluft kann bei geringer Menge durch einen mit Gas, Petroleum, Öl usw. zu heizenden Lockfeuer-Apparat, bei großem Abluftschlot, welcher zur gemeinsamen Abführung mehrerer Abluftkanäle dient, durch einen entsprechend großen Lockofen bewirkt werden.

Die Erhitzung des Lockofens kann entweder durch für diesen Zweck eigens hergestellte Schachtöfen, oder bei vorhandener Sammelheizung, durch an diese anzuschließende Heizkörper erfolgen. Zu beachten ist, daß die erstere Einrichtung die Inbetriebsetzung des Lockofens jederzeit gestattet, während die Inbetriebnahme der Heizkörper nur während der Heizperiode im Winter möglich ist. Bei Ofenheizung und Ausführung getrennter Abluftkanäle für einzelne Arbeitsräume werden die Abluftkanäle unmittelbar neben das Rauchrohr gelegt und von diesem nur durch gußeiserne mit Falz ineinander greifende Platten getrennt. Diese werden durch die Rauchgase erhitzt und erwärmen so die beiden seitlichen Kanäle. Derartige Anlagen werden zweckdienlich mit einem hierfür besonders gefertigten Wolpertschen oder ähnlichen Schlotaufsatz versehen, durch welchen, wie Abb. 12 zeigt, der Abzug durch die Luftströmung verstärkt wird.

Bei großen Betrieben bzw. Feuerungsanlagen und bei Abführung der Abluft in im unteren Geschosse angeordneten Sammelkanälen kann der Fabrikschornstein in vorteilhaftester Weise zur Dauerlüftung dadurch benutzt werden, daß der Rauchabzug aus gußeisernen, dicht miteinander verschraubten Rohren hergestellt wird.

Die Abluft wird in den zwischen dem gußeisernen Rauchrohre und der Schornsteinwand gebildeten Schlot geleitet, hier in gleicher Weise, wie oben geschildert, erwärmt und beschleunigt abgeführt.

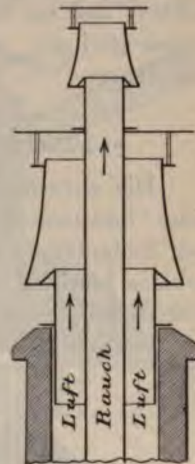


Abb. 12. Wolperts Rauch- und Luftsauger. Eisenwerk Kaiserslautern.

Arbeitsräume, deren künstliche Erhellung durch wärmespendende Beleuchtungsarten geschieht, können während der Zeit der Beleuchtung durch geeignete Abführung der hierdurch erwärmten Luft und der heißen Verbrennungsgase der Beleuchtungskörper vorteilhaft entlüftet werden. Die Gestaltung einer solchen Lüftungsanlage ist von der Anbringung der Beleuchtungskörper abhängig.

In manchen Fällen wird man auch von den sog. Ventilationslichtern, den Sonnenbrennern und Regenerativbrennern u. a. m. zu Lüftungszwecken Gebrauch machen; im allgemeinen ist aber die Verwendung von Gas für diesen Zweck zu teuer.

Bei dieser Gelegenheit sei besonders darauf hingewiesen, daß diese Begünstigung des Luftwechsels durch wärmespendende Beleuchtungsarten bei elektrischer Beleuchtung fortfällt, so daß der Lüftung dieser Räume besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden ist.

β) Lüftung durch Benutzung der äußeren Luftströmungen.

Die äußeren Luftströmungen und der natürliche Auftrieb der Abluft in den Kanälen werden durch geeignet konstruierte Lüftungs-, Schlot- und Dachaufsätze, durch Lufteinlaßköpfe und Lufteinlaßkästen einerseits zur Abführung der verbrauchten Abluft, andererseits zur Einführung von frischer Außenluft wirksam verwertet.

Die marktgängigen Formen dieser Saug- und Einblasköpfe sind als Sauger, Deflektoren, Poly-Deflektoren, Ventilatoren, Preßköpfe usw. sehr zahlreich; in ihrer Wirkung bzw. Leistung sind sie sehr verschieden, weshalb eine sorgsame Auswahl geboten ist.

Saug- und Einblasköpfe werden fest oder drehbar, auch mit Windfahne usw. hergestellt.

Bezüglich der Wirkung dieser Saug- und Einblasköpfe ist zu beachten, daß sie im Sommer der vorwiegend herrschenden Windstille wegen geringer, oft gleich Null ist, als während der übrigen Zeiten des Jahres.

γ) Lüftung durch Anwendung mechanischer Vorrichtungen.

Die zuverlässige Absaugung großer Luftmengen und Erzielung eines bestimmten Luftwechsels wird zweckmäßig durch Anwendung von Radgebläse (Ventilatoren und Exhaustoren), weniger durch Kraftgebläse bewirkt, zu deren Inbetriebsetzung Wasserdruck, Dampfkraft, elektrische Energie und Druckluft verwendet wird.

Die nach dem Prinzip der Schiffsschraube gebauten, mit gekrümmten Flügeln versehenen Schraubenradgebläse (Abb. 13) wirken bei Drehung des Rades schiebend auf die Luft, während die Schleudergebläse (Exhaustoren), welche in Form einer aus Guß- oder Schmiedeeisen gefertigten Kapsel mit einem im Inneren befindlichen Flügelrade gebaut werden, der an ihrer Achse eintretenden Luft durch die Zentrifugalkraft eine große Geschwindigkeit erteilen.



Abb. 13. Schraubenradgebläse. W. Geub, Köln-Ehrenfeld.

Wirtschaftlich ist es immer vorteilhaft, bei derartigen Anlagen auf tunlichst geringe Luftpressung Bedacht zu nehmen, weshalb stets zu erwägen ist, ob sich die Herstellung einer größeren Anlage mit niedrigem Drucke, an Stelle einer kleineren Anlage mit höherem Drucke und höheren Betriebskosten

mpfiehlt. Im allgemeinen ist trotz der höheren Anlagekosten, den Anlagen mit niedrigem Drucke — weite Rohre mit geringer Luftgeschwindigkeit — ihrer vorteilhaften Wirkung und ihres geringen Kraftverbrauches wegen, der Vorzug zu geben.

Schraubenradgebläse sind zur Beförderung großer Luftengen bei geringer Pressung geeignet. Ihre Leistung ist am orteilhaftesten, wenn die Förderluft weder durch Kanäle noch Leiungen geführt werden muß; sie nimmt, je nach dem Grade des aus er Länge der Rohrleitung sich ergebenden Durchströmungswidertandes ab.

Die Schraubenradgebläse sind für Riemen- und elektrischen Antrieb geignet, ihre Verbindung mit Elektromotoren, wodurch der Antrieb selbständig, nabhängig von einer Wellenleitung, erfolgt, hat es möglich gemacht, die Geläse an den für die Lüftung vorteilhaftesten Stellen anbringen zu können, was rüher nicht immer möglich war.

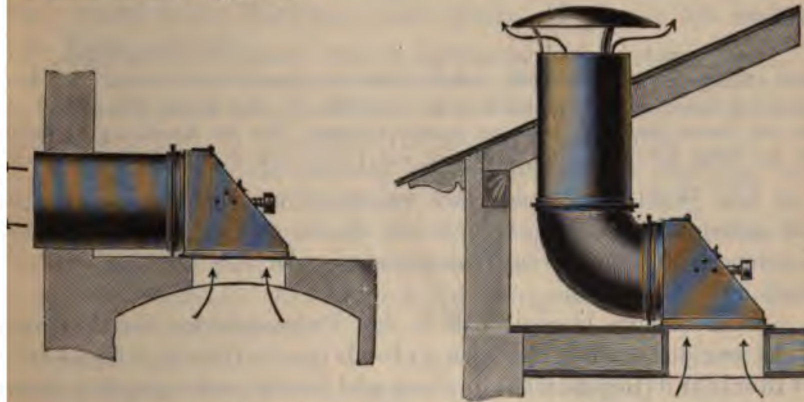


Abb. 14 u. 15. Winkelradgebläse. Brodnitz & Seidel, Berlin

Bei der Lufterneuerung von Räumen, welche stark mit Dampf der mit schädlichen Gasen erfüllt sind, ist es zweckmäßig, den lektromotor zum Betrieb des Gebläses in einem Nebenraum anzuringen.

Die Schraubenradgebläse gelangen als senkrechte, wagerechte und ls Winkelgebläse zur Ausführung. Die Winkelgebläse (Abb. 14 u. 15) nd Schraubenräder, welche von einem schmiedeeisernen Gehäuse von lcher Bauart umschlossen werden, daß der Luftraum von seiner rsprünglichen Bewegungsrichtung um einen rechten Winkel abelenkt wird.

Die bauliche Anbringung der Schraubenradgebläse ist einfach und leicht, eist werden sie parallel zur Wand, seltener quer in die Wand eingesetzt. Der Virkungsgrad der gewöhnlichen Schraubenradgebläse ist sehr gering, d. h. sie önnen nur einen geringen Teil (Prozentsatz) der aufgewendeten Betriebsarbeit n nutzbare Arbeit umwandeln.

Bemerkenswert ist die Eigenschaft der Schraubenradgebläse, daß sie durch Umkehrung der Drehungsrichtung abwechselnd nicht nur zum Absaugen der verdorbenen Abluft, sondern auch zum Eintreiben frischer Luft benutzt werden können.

Mit der Herstellung von Schraubenradgebläsen beschäftigen sich u. a. die Firmen Brodnitz & Seydel, David Grove (Blackmann-Ventilator), Seiler & Schwarz, Danneberg & Quandt, sämtlich in Berlin, W. Geub-Köln-Ehrenfeld, Schiele & Co.-Frankfurt a. M., Bockenheim, Niedlich-Breslau, G. Kiefer-Feuerbach-Stuttgart, Heger-Wien u. a. m.

Zur Förderung größerer Luftmengen, welche mit höherer Pressung bewegt werden müssen, kommen zweckdienlich Schleudergebläse (Zentrifugal-Exhaustoren) zur Anwendung, welche je nach dem Zwecke, dem sie dienen sollen, für Pressungen mit geringem Druckunterschied bis zu 100 mm Wassersäule, oder für Pressungen mit hohem Druckunterschied von 100 mm bis 400 mm Wassersäule und mehr gebaut werden.

Die Bauart der Schleudergebläse ist sehr verschieden, je nachdem, ob sie nur absaugend, oder saugend und blasend angewendet werden; sie sind ferner derart gebaut, daß sie gleich gut an einer Mauer, auf einem Fundament oder an der Decke hängend, montiert werden können. Wo der Raum zur Aufstellung in der Höhe beschränkt ist, läßt sich mit Vorteil ein Doppelgebläse verwenden.

Die Wahl der Radgebläse ist unter genauer Berücksichtigung des jedesmaligen Zweckes, dem sie dienen sollen, der erforderlichen Leistung, der besonderen Widerstände in der Zu- und Ableitung der Luft usw., zu treffen.

Man beachte hierbei, daß in den Preisangeboten der Verfertiger meist nur die von den Gebläsen geforderte Luftmenge ohne jeden Widerstand (Gegendruck) im Saug- und Druckkanal angegeben ist und, soweit Angaben über Kraftverbrauch verzeichnet sind, auch bei diesen der Widerstand keine Berücksichtigung gefunden hat. In solchen Fällen erscheint die Luftmenge viel größer, als sie in Wirklichkeit sich herausstellt.

Für eine gegebene Anlage können daher bei der Wahl nur solche Gebläse in Frage kommen, welche bei dem tatsächlich zu überwindenden Widerstande (Druckunterschied) das günstigste Ergebnis aufweisen.

Die Wirkung der Strahlgebläse beruht darauf, daß durch unter Druck stehende Wasser-, Dampf- oder Luftstrahlen in gebläseartigen Vorrichtungen Luft mit fortgerissen wird.

Ihr Wirkungsgrad ist gering, ihre Anbringung und ihr Betrieb einfach und leicht.

Die Wasser- und Luftstrahlgebläse sind für Saug- und Drucklüftung verwendbar. Die Dampf-, Wasser- und Luftstrahlgebläse (von Gebr. Körting Aktiengesellschaft, Hannover), der (von Gumtow & Gille, Wien, angefertigte) „Viktoriaventilator“ und der (von Schneider in München hergestellte) Hygia-Wasserdruckventilator sind ihrer guten Wirkung wegen seit langen Jahren

im Gebrauch. Beispielsweise weist der Viktoriaventilator nach der Preisliste folgende Leistung auf:

Durchmesser des Luftrohres in mm

Durchmesser =	100	150	180	200	250	300	350	400	450	500	600	750
cbm =	240	350	550	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5500	9000

Luftmenge bei freiem Ausblasen in der Stunde in cbm.

c) Lüftung durch Einführung frischer Luft durch Kanäle.

Die Zuführung frischer Luft kann dadurch bewirkt werden, daß die zu lüftenden Räume entweder unmittelbar mit der Außenluft oder mit einem anderen größeren Vorraum, Flur, Treppenhaus usw. in Verbindung gebracht werden. In solchen Fällen ist die Frischluft im Winter zunächst am Heizkörper anzuwärmen, ehe sie in den zu lüftenden Raum gelangt.

Bei dieser Anordnung besteht keine Sicherheit bezüglich der Güte der Luftbeschaffenheit, weshalb diese Einrichtung nur bei kleinen Fabrikanlagen oder in Notfällen Anwendung finden sollte.

Die beste und vollkommenste Frischluftanlage ist diejenige, bei welcher eine gemeinsame Entnahme, Reinigung, Erwärmung und Befeuchtung der Luft erfolgt und die Zuleitung der Luft alsdann je nach der Anordnung entweder unmittelbar von der Heizkammer oder von großen wagerecht anzulegenden Verteilungskanälen durch senkrechte Kanäle bewirkt wird.

Geschieht die Zuführung der Frischluft an Stelle des natürlichen Auftriebes durch besondere mechanische Vorrichtungen, durch Ventilatoren usw., so nennt man sie Pulsions- oder Drucklüftung.

α) Entnahme, Reinigung und Befeuchtung der frischen Luft.

Die Entnahme der frischen Luft hat möglichst da zu erfolgen, wo auf verhältnismäßig große Luftreinheit gerechnet werden kann; die vor Wind, Staub und Rauch möglichst geschützt liegende Entnahmestelle kann sowohl unmittelbar über Erdboden als auch in beliebiger Höhe des Gebäudes sich befinden.

Vor Eintritt von Windströmungen, Regen und Schnee ist die Schöpfstelle in geeigneter Weise zu schützen und außerdem mit Schacht und Gitterwerk zum Abhalten von Laub, Tieren usw. zu versehen, sofern sie im Terrain gelegen ist. Eine Umpflanzung mit Gebüsch ist in diesem Falle sehr vorteilhaft. Die günstigste Lage der Schöpfstelle kann nur in jedem einzelnen Falle nach örtlicher Lage der Fabrikgebäude, nach den Betriebsverhältnissen, nach der vorherrschenden Windrichtung u. a. m. ermittelt werden.

Da reine, gesundheitlich einwandsfreie Luft nur in Ausnahmefällen aus der Umgebung einer Fabrikanlage entnommen werden kann, so ist eine Reinigung der zur Lufterneuerung in die Arbeitsräume einzuführenden Frischluft durchaus notwendig.

Die Abhaltung grober Staubteile u. dergl. geschieht durch engmaschige Drahtgitter, fein gelochte Bleche usw., während die weitere Abscheidung des Staubes in einer Staubkammer vor sich geht, in welcher die Luft infolge des in den Kanal eingeschalteten möglichst großen Raumes eine sehr geringe Geschwindigkeit annimmt, wodurch eine Ablagerung der schweren Staubteile bewirkt wird.

Eine weitere Reinigung der Luft geschieht durch Staubfänger und Gewebefilter und durch Waschen der Luft. Die Staubfänger, für welche sich faserige Woll- und Baumwollstoffe am besten eignen, dienen dazu, der sie berührenden Luft den Staub zu entziehen, ohne dadurch die Luft in ihrer Bewegung wesentlich zu hemmen.

Die Gewebefilter haben den Zweck, die leichten und feinen Staubteilchen auszuscheiden, und bestehen meist aus feinmaschigen aufgespannten Geweben. Je feiner das Gewebe ist, um so besser ist die Wirkung, desto größer ist aber auch der dem Durchströmen der Luft sich bietende Widerstand.

Aus diesem Grunde ist die Herrichtung großer Filterflächen zweckmäßig, weil hierdurch nur eine geringe Luftdurchgangsgeschwindigkeit erforderlich wird, was für die nur durch natürlichen Auftrieb hervorgebrachte geringe Luftbewegung wichtig ist.

Die Gestaltung der Filterfläche ist sehr mannigfaltig, sehr häufig sind die Zickzack- und Taschenformen (System Möller, Brackwede i. W.). Da die Filter schnell verstauben und dementsprechend der Widerstand derselben wächst, so muß bei der Gestaltung auf leichtes Entfernen des Staubes und zeitweise Reinigung der Filteranlage Bedacht genommen werden.

β) Befeuchtung der Luft.

Von großem Einflusse auf das Wohlbefinden des Menschen ist der Wasserdampfgehalt der Luft, weil die durch die Haut des Menschen bewirkte Wärmeabgabe mittels Wasserdunstung hauptsächlich von dem Wasserdampfgehalt der Luft und von deren Bewegung abhängt.

Erfahrungsgemäß ist ein relativer Feuchtigkeitsgehalt von 50 bis 70 % der Raumluft ein den meisten Menschen zuträglicher.

Die Höhe desselben ist auch für viele industrielle Erzeugungen von großem Einfluß auf die Herstellung der Ware. Beispielsweise hat die Praxis gelehrt, daß in Baumwollspinnereien 55—65 % Feuchtigkeit, in Wollspinnereien 80 bis 90 % Feuchtigkeit bei 25—30 ° C Raumtemperatur zweckmäßig sind.

Baumwollwebereien erfordern 70—75 %, Leinwebereien 75—85 % Feuchtigkeit bei 20 ° C.

Die Feuchtigkeit der Raumluft macht die Fasern der Ware elastischer und widerstandsfähiger, weshalb eine bessere Ware bei größerer Produktion erzielt

rd. Auch die bei diesen Arbeitsprozessen durch die Rotation der Spindeln zeugte Elektrizität wird durch die feuchte Luft schneller entfernt. Bei manchen werbebetrieben hat die feuchte Luft auch den Zweck, die Bildung des Staubes i der Herstellung der Ware zu verhindern, u. a. in Flachsspinnereien, Jute-innereien, Tabakfabriken usw.

Durch die Erwärmung der Luft wird der relative Feuchtigkeits-halt der Luft vermindert, weshalb bei Heiz- und Lüftungsanlagen orsorge zu treffen ist, daß im Winter eine Befeuchtung der Raum-ift bis auf etwa 50 % möglich ist.

Bei Lokal- (Ofen-) heizung beschränken sich die Luftbefeuchtungs-orrichtungen meist auf sog. Verdunstungsschalen, die auf dem Ofen tehen und nach Bedarf mit Wasser gefüllt werden. Dieselben müssen o angeordnet sein, daß sie leicht füllbar und auch leicht reinigungs-ähig sind, weil durch Verschmutzung derselben üble Gerüche entstehen



Abb. 16. Luftfeuchter. Seiler & Schwarz, Berlin.

önnen. Besser als Verdunstungsschalen wirken angefeuchtete Stoffe, og. Verdunstungstücher, welche in der Nähe der Heizkörper aufgestellt nd deren stete Benutzung durch besondere Einrichtungen erfolgt.

Bei Lüftungsanlagen mit vorgewärmter Frischluft findet eine ge-ieinsame Befeuchtung und zwar meist in der Heizkammer selbst der im unmittelbaren Anschluß an dieselbe statt. Besondere Wasch-nd Befeuchtungsräume hinter dem Luftfilter bzw. vor der Heiz-ammer werden selten angeordnet.

Die Einrichtungen dieser allgemeinen Befeuchtungsanlagen sind ehr mannigfaltig.

Nach Rietschel unterscheidet man:

1. Befeuchtungsanlagen, welche abhängig von den zur Erwärmung der Luft enenden Heizkörpern sind. Hierher gehören die in den verschiedensten Formen r Anwendung kommenden Verdunstungsgefäße, welche meist über dem Heiz-rper stehen, und die Zerstäubungsvorrichtungen, deren Wirkung auf dem Zer-iuben eines sehr dünnen Wasserstrahles beruht, welcher mit großer Geschwindig-it gegen eine feste Fläche gerichtet ist.

2. Befeuchtungsanlagen, welche unabhängig von dem zur Erwärmung der Luft dienenden Heizkörper sind.

Als solche sind u. a. anzuführen: Besonders geheizte Verdunstungsgefäße, Dämpfer und Apparate zur Verdampfung von Wasser durch Dampfheizkörper. Die erstgenannten beiden Anlagen gelangen seltener zur Anwendung, während die letztgenannte Einrichtung — welche eine Dampfanlage voraussetzt — als die günstigste zu bezeichnen ist.

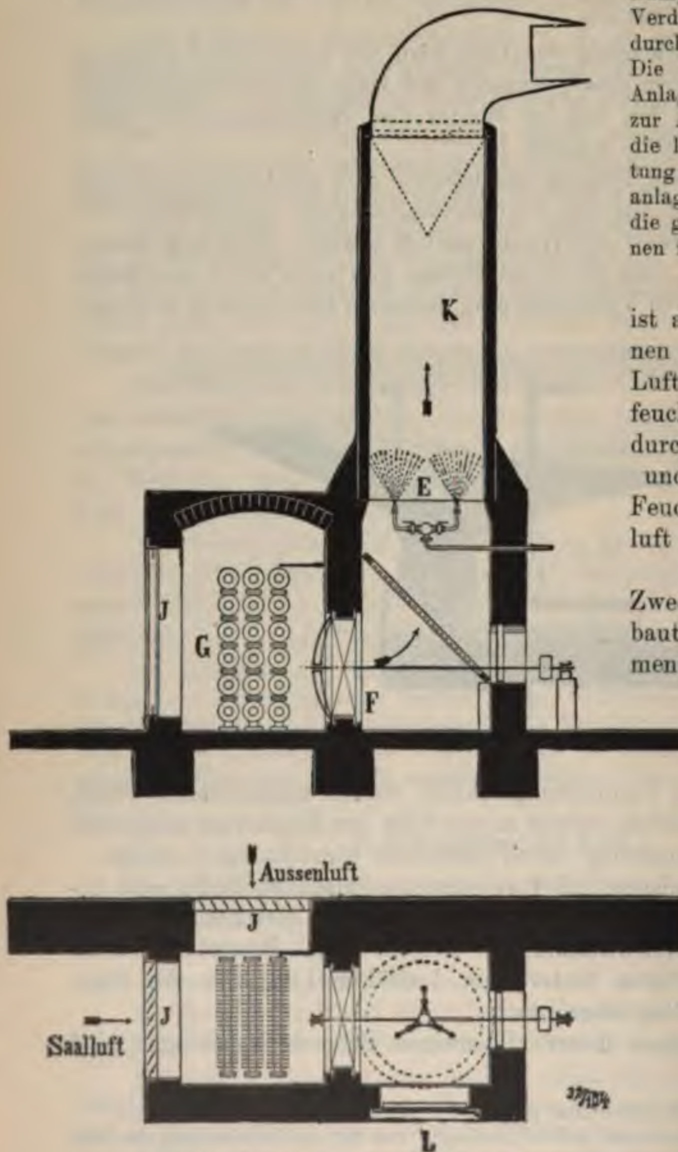


Abb. 17. Luftbefeuchtung (System Sconfietti). Gebr. Körting, A.-G., Körtingsdorf b. Hannover.

Für viele Betriebe ist außer der allgemeinen Befeuchtung der Luft eine örtliche Befeuchtung derselben zur durchaus gleichmäßigen und ausreichenden Feuchtigkeit der Raumluft unentbehrlich.

Die für diesen Zweck besonders gebauten Apparate kommen meist unter dem Namen „Luftfeuchter" an den Markt.

Die durch diese Apparate (Abb. 16) verursachte starke, staubförmige Zerstäubung des Wassers erfolgt meist durch Streudüsen oder Wasserdruckgebläse.

Bemerkenswert ist noch eine Befeuchtungsanlage unter der Bezeichnung Körtings Luftbefeuchtung (System Sconfietti), Abb. 17, deren Eigentümlichkeit darin besteht, daß das bei der allgemeinen Befeuchtung geführte

zerstäubte Wasser von dem Luftstrome in überhitztem Zustande in den Zerstäuber tritt.

In diesem auf eine Temperatur von mehr als 100° C erhitzten Zustande findet eine außerordentlich feine Verteilung statt, welche dem Nebel gleicht, der von der Luft begierig aufgenommen wird.

Bei allen für Wasser eingerichteten Befeuchtungsanlagen ist Obacht zu geben, daß stets nur reines Wasser verwendet und ein Einfrieren verhindert wird.

γ) Zuführungskanäle der Frischluft.

Die Frischluft ist von der Entnahmestelle aus auf möglichst kurzem Wege durch die Staubkammer, Filteranlage, eventuell Mischkammer usw. der Heizkammer oder unmittelbar durch die Zuluftkanäle den mit frischer Luft zu versorgenden Räumen zuzuführen.

Je nach der Art der Heizungsanlage findet im Winter eine entsprechende Erwärmung der Luft in einer Heizkammer oder an den in den Räumen aufgestellten Heizkörpern statt.

Um bei allgemeiner Erwärmung der Luft die Möglichkeit zu schaffen, den einzelnen Arbeitsräumen usw. verschieden warme Luft zuführen zu können, werden zweckmäßig die von der Heizkammer nach den einzelnen Räumen führenden Kanäle durch rückwärtige Verlängerung derselben mit dem Frischluftkanale in der Heizkammer verbunden und mit einer Regelungsklappe versehen, welche je nach Bedürfnis die Zuleitung nur kalter, gemischter oder erwärmter Luft ermöglicht.

Besser wird die Mischung kalter mit warmer Luft, insbesondere bei größeren Anlagen in einer besonderen sog. Mischkammer bewirkt, welche hinter den Heizkammern anzulegen ist.

Zur Erzielung einer gleichmäßigen Wärmeverteilung und zur Vermeidung von Zugerscheinungen erfolgt die Zuführung der ungewärmten Frischluft erfahrungsgemäß etwa in Höhe der Decke der Räume und zwar dem Bedarfe entsprechend durch eine mehr oder weniger große Anzahl von Einströmungsöffnungen.

Bei erwärmter Frischluft, und zwar wenn die einströmende Luft von höherer Temperatur als die Raumluft ist, also bei Luftheizung, ist es für die Durchwärmung der Räume von Vorteil, die warme Luft tunlichst tief, nicht hoch über dem Fußboden und in möglichst gleichmäßiger Verteilung einzuleiten.

Die Anordnung der Frischluftzuführungen erfordert, um Zugerscheinungen zu vermeiden und um eine gute und vorteilhafte Wirkung der Lüftungsanlagen zu erzielen, in jedem einzelnen Falle eine besondere Überlegung.

Die Regelung der Luftzuführung geschieht durch Schieber, Drehklappen und Jalousieverschlüsse.

3. Wahl der Lüftungsart.

Die natürliche Lüftung und die künstliche Lüftung durch Fenster und durch künstlich verstärkten Auftrieb wird für solche Betriebe ausreichen, durch deren Arbeitsprozesse nur eine mäßige Verunreinigung der Luft bewirkt wird und bei welchen die durch die Tätigkeit der Menschen verursachte Luftverschlechterung gleichfalls nur gering ist.

Eine ausreichende und sichere Lufterneuerung läßt sich am besten durch Verwendung von Radgebläsen, vornehmlich Schleudergebläsen, erzielen, weil mit ihnen, bei zweckentsprechender Anlage, der erforderliche Luftwechsel mit Sicherheit erreicht wird.

Die Bestimmung darüber, ob Saug- oder Drucklüftung oder beide Lüftungsarten zugleich anzuordnen sind, kann nur von Fall zu Fall entschieden werden und zwar, weil die Entscheidung hierüber u. a. von der Größe und von der Art des Betriebes abhängig ist.

Im allgemeinen werden mit der Drucklüftung bessere Erfolge erzielt als mit der Sauglüftung.

Wie an anderer Stelle bereits dargelegt ist, kann aus wirtschaftlichen Gründen im Winter der Luftwechsel nicht ausschließlich durch Frischluft (mittels Ventilationsheizung) bewirkt werden.

Ebensowenig kann aus gesundheitlichen Gründen eine fortwährende Wiederverwendung der abgesaugten Raumluft stattfinden.

Aus diesen Gründen ist es bei größeren Betriebsanlagen daher zweckmäßig und vorteilhaft, Saug- und Drucklüftung zugleich anzuwenden.

Die Art der Absaugung und der Reinigung der durch die Arbeitsprozesse verunreinigten Raumluft und die Art ihrer Wiederverwendung soll im folgenden Kapitel kurz behandelt werden.

4. Entlüftungs-, Entstaubungs- und Staubsammelanlagen.

In vielen Fabrikanlagen ist die durch die ausgeatmeten Kohlensäuremengen der Arbeitenden verursachte Luftverschlechterung verhältnismäßig gering, so daß etwa eine einmalige Erneuerung der ganzen Raumluft stündlich genügen, während die Beseitigung des Staubes usw. eine drei- bis fünfmalige Absaugung der gesamten Raumluft nötig machen würde. Eine derartige bedeutende Lufterneuerung ist im Winter praktisch überhaupt nicht durchführbar.

Die Aufgabe der Entstaubung und Reinigung der Luft in Arbeitsräumen läßt sich daher nur durch die Filtration der staubigen Luft und Rückleitung der filtrierten Luft lösen, indem man bei solcher Einrichtung mit einer der Arbeiterzahl entsprechenden Frischluftzuführung auskommt.

Im Interesse der Beseitigung von Gesundheitsschädigungen der Arbeiter, welche durch staubhaltige Luft verursacht werden, und in Rücksicht auf die tunlichste Reinhaltung der Raumluft ist es daher geboten, den Staub möglichst unmittelbar an der Entstehungsstelle abzusaugen, nach welchem Grundsatze gute Entstaubungsanlagen stets angelegt sein sollen.

So ausgeführte Anlagen unterscheiden sich vorteilhaft von denjenigen, bei welchen die Absaugung aus dem ganzen Raume stattfindet. Durch letztere Einrichtung kann wohl auch eine reine Luft im Raume erzielt werden, jedoch ausreichend nur unter Erzeugung eines starken, die Arbeiter belästigenden und schädigenden Zuges. Außerdem durchströmt der durch die starke Luftbewegung an einem entgegengesetzten Ende der Absaugestelle des Raumes entwickelte Staub, auf dem Wege nach dem Radgebläse, denselben und behelligt die Arbeiter usw.

Eine rationell eingerichtete Entstaubungsanlage besteht meist aus folgenden Einzeleinrichtungen:

1. Dem Schleudergebläse (Exhaustor), durch dessen Wirkung die Absaugung des Staubes an den Staubquellen und die Entfernung der staubhaltigen Luft bewirkt wird.

2. Der Saugrohrleitung, welche zur Verbindung des Schleudergebläses mit den einzelnen Saugstellen bzw. Staubquellen dient. Den aus glasierten Tonröhren, Zementröhren, in Zementmauerwerk hergestellten Kanälen, oder den aus verzinktem Eisenblech angefertigten Röhren sind am besten kreisrunde Querschnitte, nächstdem elliptische, polygone oder quadratische Querschnittsformen zu geben.

Die Leitungen sind in Rücksicht auf den Luftwiderstand entsprechend weit zu bemessen, auch sind starke Krümmungen zu vermeiden.

3. Der Staubabscheidung, die durch Filter oder fein verteiltes Wasser bewirkt wird.

Die Verwendung der Filter bietet folgende Vorteile:

a) Die Staubabscheidung ist eine vollständige, wodurch eine Rückleitung der filtrierten Luft in die Arbeitsräume ermöglicht wird.

b) Der — möglicherweise wertvolle — Staub wird vollkommen zurückgehalten; jede Belästigung für die Nachbarschaft wird dadurch vermieden und der Staub in trockener, versandfähiger Form gewonnen.

c) Die Betriebskosten werden durch Fortfall des Wassers verringert.

Durch die Niederschlagung des Staubes mittels Sprühregen (Wasser) wird eine Ersparnis an Anlagekosten und an Kraftaufwand erzielt, weil der Widerstand für die Luft geringer ist. In den meisten Fällen wird die Staubabscheidung durch Filter vorzuziehen sein.

4. Der Rückleitung der entstaubten Luft in die Arbeitsräume, welche nach vorgenommener Entstaubung der Luft in den Filtervorrichtungen durch besondere Rohre erfolgt. Die Austrittsöffnungen für die Luft sind gleichmäßig über den ganzen Raum und so zu verteilen, daß Zugerscheinungen vermieden werden. Auf hinreichende Lufterneuerung durch Zuführen von Frischluft ist Bedacht zu nehmen.

In den Abbildungen 18, 19 und 20 ist schematisch die Absaugung, Filterung und Rückleitung der Luft, eines Haspelsaales nach dem System des Dr. K. Möller, dargestellt.

Die Absaugung der Staubluft erfolgt durch die unter den stauberzeugenden Maschinen angeordneten Einzelsaugkanäle O, die in einen Sammelkanal münden, durch welchen die Staubluft vom Radgebläse L angesaugt wird. Dieses drückt die Luft durch den Schacht Q nach dem Filter P, welches die Staubabscheidung bewirkt. Die filtrierte — staubfreie — Luft wird nun entweder durch die Kanäle S zum Teil oder ganz in den Arbeitsraum zurückgeführt oder sie wird durch die mit Schieber versehene Öffnung R nach Bedürfnis ins Freie gelassen.

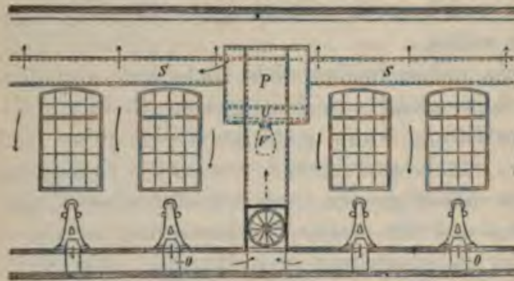


Abb. 18. Längsschnitt.

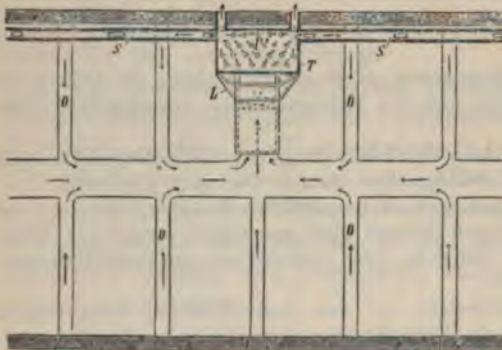


Abb. 19. Grundriß.

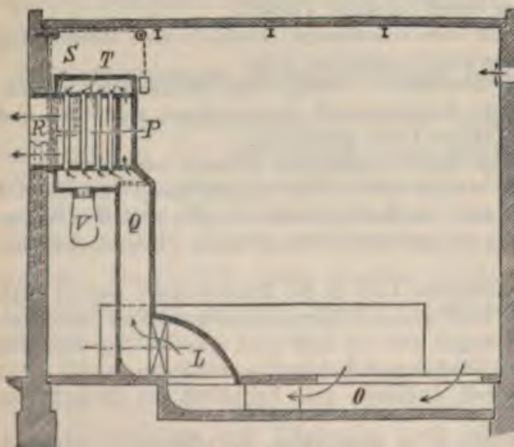


Abb. 20. Querschnitt.
Haspelsaal, Absaugung und Rückleitung der Luft
Dr. K. Möller, Maschinenfabrik, Brackwede i. Westf.

5. Der Ummantelung der zu entstaubenden Maschinen. Je vollständiger sich Maschinen ohne Erschwerung der Bedienung und Verminderung der Leistungsfähigkeit ummanteln lassen, desto geringer sind die zur Absaugung kommenden Luftmengen, um so niedriger stellen sich demnach die Betriebskosten. Die Größe der abzusaugenden Luftmenge ist anderseits von der Art und Menge des erzeugten Staubes und von seiner beim Arbeitsprozesse erzeugten Geschwindigkeit abhängig.

Für solche Entstaubungsanlagen, bei welchen eine Wiederverwendung der Raumluft beabsichtigt wird, ist für die notwendige staubfreie Reinigung der Raumluft ein besonderes Röhren-(Schlauch-)Filter konstruiert, welches derart eingerichtet ist, daß eine Reinigung der an beiden Enden offenen Filterröhren durch zylindrische B ü r s t e n bewirkt wird. Solche Filteranlage ermöglicht die Beseitigung des in der Textilindustrie erzeugten faserförmigen Staubes von der Filterfläche.

Zur Reinigung der bei Entstaubungsanlagen ab-

len Luft kommen meist Gewebefilter r in Form von Taschenfiltern oder Schlauch-)Filtern zur Anwendung. Da chiedenen Betrieben der abgesaugte nnene Staub wie bei Mühlenbetrieben hiedenen Art einen wertvollen Stoff o haben sich insbesondere für diese z. B. für Getreide-, Reis-, Zement-, -, Lohmühlen usw., ferner für che-'abak-, Knopf-, Farben-, Malzfabriken, en, Holzbearbeitungsfabriken u. a. be-Staubsammler- und Staubfilteranlagen iedenen Ausführungen ausgebildet.

der Mehrzahl kommen Schlauch-lter (Abb. 21) für Saug- oder ıft zur Anwendung. Die beständige hmäßige Reinhaltung der aus Gewebe len Schläuche erfolgt durch eine sinn-orrichtung, welche je nach den vor-Filtersystemen verschieden ist.

Reinigung erfolgt selbsttätig durch che Vorrichtungen u. a. durch Ab-der Filterschläuche mittels Rechen, itteln, Klopfen, durch Abblasen des rten Staubes, welch letztere Reinigung en in umgekehrter Richtung geführten 1 (Gegenwind) bewirkt wird.

abgelöste Staub fällt nach unten 1 in den meisten Fällen durch eine e Vorrichtung fortwährend automa-ammelt und fortgeführt.

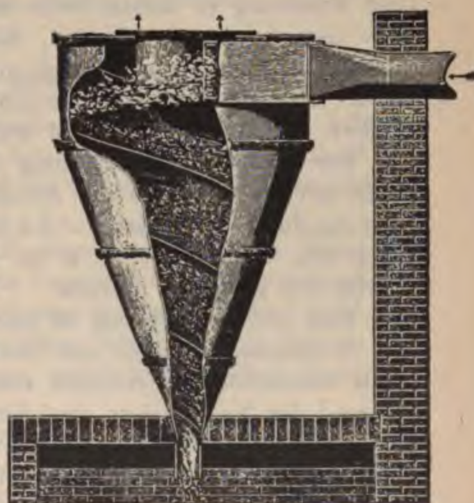


Abb. 21. Schlauchstaubfilter. W. F. L. Beth, Lübeck.

der Herstellung derartiger An-schäftigen sich besonders u. a.: Beth-Lübeck, Eisenwerk vorm. Kaemp-Hamburg, K. & Th. rackwede i. Westf., G. Luther, sellschaft, Amme, Giesecke & beide Firmen in Braunschweig, ne Maschinenfabrik Neuß a. Rh., reiß, Fr. Hausloh, beide in Ham-Martin-Bitterfeld u. a. m.

ßer diesen Druck- und ltern ist noch eine dritte mmlerform mit der Be-ng „Cyclone“ (Abb. 22) hnen.

se Staubsammler bestehen ge-aus einem trichterförmigen auf e gestellten Gefäß, das in der s versteiftem Eisenblech her-ist. Die von dem Radgebläse te stauberfüllte, mit leichteren


Abb. 22. Cyclone (Staubsammler). A. Niedlich & Co., Breslau.

Abfällen oder mit schlammigem Staub behaftete Luft wird von demselben tangential in den oberen zylindrischen Teil des Staubsammlers eingeblasen, wo sie in eine lebhafte wirbelnde Bewegung gerät.

Infolge dieser Schleuderkraft setzen sich die mitgeführten Verunreinigungen, Staub, Abfälle usw., überhaupt alle schwereren Stoffe an dem Gehäusemantel ab und gleiten an ihm abwärts, während die gereinigte Luft oben am Deckel entweicht. Erfahrungsgemäß ist es bei Verwendung dieses Apparates möglich, die Luft bis auf 0,001 Volumenprozent zu reinigen.

Verfertiger von Cyclonen sind u. a.: G. Luther, Aktiengesellschaft, Braunschweig, W. Geub-Köln-Ehrenfeld, A. Niedlich & Co.-Breslau, Robert Kiehle-Leipzig, Danneberg & Quandt, Sturtevant & Co., beide in Berlin; König Friedrich-August-Hütte in Potschappel.

Die Wichtigkeit der Entstaubungs- und Spänetransportanlagen für die Betriebe der Holzindustrie sei, abgesehen von gesundheitlichen Gründen, wegen verminderter Feuergefährlichkeit besonders hervorgehoben.

Von gleicher Wichtigkeit sind die Säure-, Dämpfeabsaugungsanlagen u. a. für chemische, Metallwaren-, Gummiwaren- usw. Fabriken.

Schließlich sei noch angeführt, daß die Absaugung der stauberfüllten und mit leichteren Abfällen behafteten Luft auch durch Strahlgebläse, deren Antrieb durch Wasser, Dampf oder Druckluft geschieht, erfolgen kann.

5. Kühlung der Arbeitsräume.

Angemessene Kühle der Arbeitsräume während der heißen Jahreszeit erhöht die Leistungsfähigkeit, aus welchem Grunde der Kühlung der Arbeitsräume mehr Aufmerksamkeit als bisher geschenkt werden sollte. Soweit durch wärmeabgebende Betriebseinrichtungen die Entstehung hoher Temperaturen verursacht wird, wird eine Beseitigung oder Milderung in diesem Falle nicht schwer fallen; Dämpfe, heiße Gase usw. wird man ableiten, die Wärmestrahlung heißer Flächen von Betriebsmaschinen, Dampf- und ähnlichen Leitungen wird man durch Ummantelung mit besonderen Wärmeschutz-(Isolier-)Mitteln mildern bzw. ständig verhüten können.

Der übermäßigen Erhitzung durch die Sonnenbestrahlung kann durch geeignete Anlage der Arbeitsräume hinsichtlich der Himmelsrichtung, durch die Bauart, durch schattenspendende Baumanpflanzungen, durch sog. Sonnensegel u. a. m. vorgebeugt oder solche doch nicht unerheblich gemildert werden.

Eine gewisse Kühlung ist auch durch Befeuchtung der Luft und der Arbeitsräume selbst und durch Einführung von an schattiger Stelle entnommener Frischluft oder durch Einführung frischer Luft während der Nachtzeit zu erreichen.

Das beste und wirksamste Kühlmittel besteht natürlich in der Einführung künstlich gekühlter Luft oder in der künstlichen Kühlung der Raumluft durch Aufstellung besonderer Kühlvorrichtungen im Arbeitsraum selbst.

Eine künstliche Kühlung der durch eine zentrale Lüftungsanlage in die Arbeitsräume einzuführenden Luft kann entweder durch Befeuchtung derselben mit möglichst kaltem Brunnenwasser oder künstlich gekühltem Wasser, oder durch Vorbeiführen der Luft an Kühlkörpern oder Kühlleitungen bewirkt werden, welche durch Wasser von niederer Temperatur oder durch besondere Kühlflüssigkeiten besonders gekühlt werden. Steht Druckluft zur Verfügung, so kann durch Luftstrahlgebläse eine Kühlung erzielt werden. Schließlich ist die Möglichkeit geboten, bei Anordnung von Wand-, Decken- oder Tischventilatoren, durch Erzeugung von Luftströmungen (Luftzug) eine Kühlung der Luft hervorzurufen.

C. Beleuchtung.

1. Einleitung.

Von höchster Bedeutung für die menschliche Tätigkeit ist das Licht und zwar das durch die Sonnenstrahlung zur Wirkung kommende — sogenannte diffuse — zerstreute Himmelslicht.

Das Sonnenlicht wirkt wohltätig auf die Gesundheit, es stimmt den Menschen heiter und freudig und spornt ihn zur Arbeit an.

Das Licht fördert außerdem indirekt die Gesundheit, indem es die Feinde derselben, die Bakterien, zerstört. Mit der Intensität des Lichtes wächst dessen desinfizierende Kraft.

Helle Räume sind daher gesund, dunkle ungesund.

2. Gesetzliche Bestimmungen über die Beleuchtungspflicht.

Der § 120a, Absatz 2 der Gewerbeordnung verlangt für Arbeitsräume gewerblicher Anlagen „genügendes Licht“. Hiermit ist sowohl die natürliche, Tages-, als auch die künstliche, Abendbeleuchtung gemeint.

Hervorzuheben ist, daß diese Forderung nicht nur in bezug auf die Sicherheit, sondern auch auf die Gesundheit der Arbeiter gestellt ist. Demgemäß soll also die Beleuchtung der Arbeitsräume nicht nur genügen, um die Arbeiter vor Unfällen, sondern auch, um sie vor einer Schädigung ihres Sehvermögens und ihrer Gesundheit überhaupt zu schützen.

Zu den Arbeitsräumen gehören nicht bloß Räume, welche unmittelbar und ausschließlich den Arbeitern dienen, sondern alle Räume, in denen die Arbeiter ihres Berufs wegen verkehren oder sich aufhalten, also Aufenthaltsräume während der Arbeitspausen, Vorrats-

räume, Flure, Treppen, Abortanlagen, Hofräume, Maschinen-, Kessel- und Turbinenhäuser usw.; es können darunter auch Schlafräume fallen.

Besondere Vorschriften über den Umfang und die Art der Beleuchtung sind bisher weder von dem Gesetzgeber, noch von den mit der Durchführung des Gesetzes betrauten Behörden erlassen worden.

3. Tagesbeleuchtung.

Allgemein gültige Angaben über den Grad der Erhellung von Arbeitsplätzen in Fabriken, in geschlossenen Räumen überhaupt durch Tageslicht zu machen, ist nicht streng durchführbar, und zwar weil die Helligkeit des zerstreuten Himmelslichtes großen Schwankungen unterworfen ist.

Abgesehen von der geographischen Lage, haben die Höhenlage, die klimatischen und örtlichen Verhältnisse eines Ortes Einfluß auf die Helligkeit. Beispielsweise läßt die an Rauch, Ruß und sonstigen Verunreinigungen reiche Luft übergroßer Städte und Industriegebiete wesentlich weniger Licht durch als die Luft auf dem freien Lande.

Bei der Bestimmung der Lichtöffnungen sind daher die klimatischen und örtlichen Verhältnisse ausreichend zu beachten und zwar weil die Außerachtlassung derselben zu wirtschaftlichen und gesundheitlichen Schädigungen führen kann.

In gesetzlicher und gesundheitlicher Beziehung ist von der Tagesbeleuchtung in erster Linie zu fordern, daß sie so genügend sei, das Sehvermögen der Arbeiter vor einer Schädigung zu bewahren.

Für die Größenbemessung der Lichtöffnungen sind vornehmlich maßgebend: die Lage des Raumes zur Himmelsrichtung, seine Höhe, seine Geschoßlage — ob ebenerdig oder erstes, zweites, drittes Geschoß gelegen —, die Form und Konstruktion seiner Fenster, die Lichtdurchlässigkeit der Verglasung, die Farbe der Wände und Decken, die Größe der Rückstrahlung des Lichtes u. a. m.

Außerdem bedarf der Zweck des Raumes der entsprechenden Beachtung. Räume, welche der Nah- oder Feinarbeit dienen, sind anders zu behandeln als Räume für Grob- und ähnliche Arbeiten. Ebenso wichtig ist der Umstand, ob die Arbeitsplätze sämtlich nahe der Fensterwand oder im ganzen Raume verteilt genommen werden sollen.

Bestimmte Angaben über das erforderliche Ausmaß von Lichtöffnungen können daher allgemein nicht gegeben werden.

Unter allen Umständen müssen die Räume so angelegt sein, daß zu ihrer Erhellung nicht gleichzeitig Tages- und künstliches Licht verwendet wird, weil die einem solchen Wechsel in der Beleuchtung ausgesetzten Arbeiter eine Schädigung ihres Sehvermögens erleiden würden. Aus diesen Gründen ist die Anlage der Fenster derart zu bewirken, daß sie möglichst bis unter die Decke des Raumes reichen

und hier tunlichst geradlinig — mit Sturz oder Segmentbogen, nicht mit halbkreisförmigem Bogen — geschlossen werden.

Die Laibungen (Gewände) der Fenster sind außen und innen abzuschrägen oder treppenförmig abzusetzen, um den Zutritt des Lichtes zu erleichtern bzw. zu vermehren. Aus dem gleichen Grunde sind, je nach dem Grade der erforderlichen Helligkeit, die Fenster- und Wandpfeiler in ihrer Breite so weit zu beschränken, als solches aus konstruktiven Rücksichten zulässig ist.

Bei Räumen von großer Tiefenabmessung und bei tiefliegenden Räumen (Kellern usw.) kann die Erhellung im rückliegenden Teile durch Anbringung von Reflektoren, Spiegeln, Glasprismen oder linsenförmigen Glaskörpern, welche in entsprechender Breite vor den Fensteröffnungen dauerhaft zu befestigen sind, wesentlich verbessert werden.

Diese Hilfsmittel sind unter verschiedenen Bezeichnungen im Handel und Verkehr, u. a. hat das Luxfer-Prismenglas und neuerdings das wohlfeilere gewalzte Luxfer-Glas seiner Bewährung wegen die mannigfachste Verwendung gefunden. Das nicht teuere gewalzte Luxfer-Glas, welches wie gewöhnliches Fensterglas eingesetzt wird, eignet sich namentlich für solche Fälle, wo es weniger auf konzentrierte Beleuchtung bestimmter Arbeitsplätze als auf gleichmäßige Erhellung der Räumlichkeiten ankommt.

In vielen Fällen, bei sehr großen Arbeitsräumen, wie sie beispielsweise bei Spinnereien fast allgemein gebräuchlich sind, ist eine seitliche Beleuchtung durch Fenster nicht ausreichend, aus welchem Grunde in solchen Fällen die Belichtung durch Oberlicht den Vorzug verdient, bzw. durchaus geboten ist. Die Errichtung derartiger Gebäude erfolgt meist einstöckig. In solchen Fällen macht die Erhellung der Räume keine Schwierigkeiten; allerdings muß darauf Bedacht genommen werden, daß die Oberlichter eine Neigung von nicht unter 45° — besser eine noch steilere — erhalten, weil auf flacher geneigten Oberlichtern sich Schnee ablagert.

Die Oberlichter in frei liegenden Dachflächen müssen der Wetterangriffe wegen in haltbarster Weise aus wetterbeständigen Materialien hergestellt werden. Da die Herstellung durchaus dichter, gegen Schnee und Regen absolut undurchlässiger Oberlichter ebenso schwierig als auch teuer ist, so verdienen die Sheddachbauten in vielen Fällen den Vorzug und haben sich demgemäß auch überall eingebürgert und bewährt.

Durch den Aufbau eines sogenannten Dachreiters auf dem First kann in manchen Fällen gleichfalls ausreichendes Oberlicht beschafft werden. Schließlich ist noch die Ausführungsweise vielfach gebräuchlich, daß die Oberlichter in Form kleiner Satteldächer und zwar quer zur Richtung des Hauptdaches angeordnet werden. Hierbei bleibt zwischen zwei solchen Dächern eine zur Abführung des Regenwassers und zum Betreten des Daches dienende Fläche frei.

Die Anbringung eines Drahtschutznetzes unter dem Oberlichte ist in solchen Fällen geboten, wo mit der Gefahr des Herabfallens von Scheiben gerechnet werden muß, indessen kann diese Schutzmaßregel bei Verwendung von Drahtglas auf wenige Fälle beschränkt werden.

Der Lichtverlust, den senkrecht einfallende Lichtstrahlen beim Durchgange durch Glas erleiden, beträgt durch:

einfaches Fensterglas (2 mm stark)	4 %
Doppel- „ (4 „ „)	9—13 „
Spiegelglas (8 „ „)	6—10 „
matt geschliffenes Glas	30—66 „
Milch-(Opal-)Glas	35—75 „
grünes und rotes Glas	80—90 „
schwach staubiges bestes Fensterglas[1]	38 „
stark „ „ „ [1]	72 „
rein weißes, gepreßtes Glas, beste Ausführung (Stollberg), je nach dem Muster[1]	14—17 „
mattes Glas, je nach Rauhheit der Oberfläche und Farbe[1]	18—30 „
Überfangglas, Milchglas je nach der Stärke u. Art[1]	38—63 „

Bei Doppelfenstern und bei Fenstern mit doppelter Verglasung erhöht sich der Lichtverlust durch Absorption und Reflexion um beinahe auf das Doppelte desjenigen Verlustes wie bei einfachen Fenstern.

Um eine hohe Lichtfülle zu gewinnen, ist es zweckmäßig, dort wo solches angängig ist, die Fensterflächen mit einer Neigung von 45—60° anzulegen, weil hierdurch die vorteilhafteste Raumerhellung bewirkt wird.

Schon eine geringe Abweichung der Fensterfläche von der allgemein gebräuchlichen lotrechten Anordnung bietet für die Erhellung der Räume, insbesondere solcher an Lichthöfen, an hohen Nachbargebäuden usw. gelegenen Räumen ganz erhebliche Vorteile. Durch Anwendung besonderer lichtzerstreuender oder lichtbrechender Glasarten kann die Erhellung noch gesteigert werden.

Das zu verwendende Glas muß von tadelloser Beschaffenheit sein; unreines, blasiges, schlieriges und unebenes Glas ist von der Verwendung auszuschließen, und zwar allein schon aus dem Grunde, weil derartige Gläser ähnlich wie Brennglas wirken und durch die hierdurch hervorgerufene Wärmewirkung Feuersgefahr, Schädigungen an Materialien, Stoffen u. a. m. hervorzurufen vermögen.

In manchen Fällen empfiehlt sich die Verglasung eines (des unteren) Teiles vom Fenster mit mattem Glase usw. Abgesehen von der Abblendung der Lichtstrahlen, wird hierdurch noch der weitere Vorteil gewonnen, daß der Ausblick wie Einblick verhindert, die Aufmerksamkeit, die Gedanken von der Arbeit nicht abgezogen werden, somit Störungen von außen vermieden werden.

Fenstervorsetzer bieten diese Vorteile nicht, weshalb von ihrer Verwendung abzusehen ist.

---

1) Nußbaum, Leitfaden der Hygiene.

Von großem Einflusse auf die Erhellung der Räume ist die Farbe der Wände, Decken und Fußböden. Je nach der Art der Benutzung der Räume muß daher erwogen und entschieden werden, welche Farbentöne zweckdienlich zur Verwendung kommen sollen.

Farbentöne von dunklerer Färbung absorbieren beträchtliche Lichtnengen, werfen also wenig Licht zurück, während bei hellen Farbentönen der Lichtverlust ganz erheblich geringer ist.

Beispielsweise werden von der sie treffenden Lichtmenge zurückgeworfen:

bei Holztäfelung, natur, rein	40—50 %
„ „ „ schmutzig	20 %
„ gelb getünchter Wand, rein	40 %
„ „ „ „ schmutzig . . .	20 %
„ blau gefärbter Tapete	25 %
„ braun „ „	13 %.

Für die annähernde Ermittelung der Fensterflächen seien hließlich folgende Angaben gemacht.

Das Verhältnis der Fensteröffnung zur Grundrißfläche des zu erellenden Raumes ist bei Arbeitssälen und Werkstätten mit großem ichtbedarf zwischen 1 : 3 bis 1 : 5 und bei solchen mit geringerem ichtbedarf, bei Lagerräumen usw. zwischen 1:5 bis 1:10 anzunehmen.

Wenngleich, wie dargelegt ist, eine reichliche Bemessung der ichtöffnungen durchaus ratsam ist, so ist andererseits zu beachten, aß übermäßig große Lichtöffnungen in den Arbeitsräumen im ommer unerträgliche Wärmegrade und somit eine Schwächung der rbeitsfähigkeit der Arbeiter hervorrufen können, während im Winter ie Beheizung derartiger Räume die Aufwendung außerordentlicher osten im Gefolge haben kann.

4. Künstliche Beleuchtung.

I. Allgemeines.

a) Einheit der Lichtstärke und Flächenhelligkeit.

Als Einheit für die Vergleichung der Lichtstärken der verschiedenrtigen Brenn- und Leuchtstoffe dient das „Hefnerlicht“ in der Ausihrung der Amylacetatlampe V. Hefner-Alteneck.

Die Lichtstärke, welche die in reiner Luft 40 mm hoch brennende lamme in wagerechter Richtung gibt, heißt Hefnerlicht oder erze.

Die Helligkeit (Intensität) der Beleuchtung, welche auf einer enkrechten weißen Fläche in 1 m Entfernung von der Flamme von ieser hervorgerufen wird, heißt Meter- oder Normalkerze bzw. ux. Letztere Benennung ist bei elektrischer Beleuchtung gebräuchlich.

Die Meterkerze steht zu den früher gebräuchlichen Lichteinheiten in folgenden Verhältnissen:

Zur deutschen Vereinsparaffinkerze V. K. . . . . 1 : 1,2
„ englischen Walratkerze bei 43 mm Flammenhöhe . 1 : 1.

Die Flächenhelligkeit gibt die Helligkeit der Beleuchtung an, mit der eine weiße Fläche in Meterentfernung bei senkrechtem Einfall bei der gleichen Anzahl Kerzen beleuchtet werden würde.

b) Gesundheitliche Anforderungen.

1. Sämtliche Arbeitsplätze müssen mit ausreichender Lichtfülle (Flächenhelligkeit) versehen sein. Die Lichtmenge soll stets dem Zwecke der zu verrichtenden Arbeit angepaßt und dem Auge wegen Blendung hinreichend entzogen sein.

2. Im allgemeinen soll die Farbe der Lichtquelle möglichst der des diffusen Sonnenlichtes, des Tageslichtes entsprechen. Bei Sonderfabrikationszweigen ist die Wahl der Farbe der Beleuchtung von Fall zu Fall zu entscheiden.

3. Die Lichtquelle darf weder zucken noch flackern, sie soll ruhig und gleichmäßig brennen bzw. leuchten. Die abwechselnde Zu- und Abnahme der Helligkeit schädigt die Augen und stört die Arbeit.

4. Die Raumluft darf durch die Verbrennungsprodukte der Lichtquelle nicht derart verschlechtert werden, daß Belästigungen oder gar Schädigungen hieraus entstehen.

5. Die Wärmeausstrahlung der Beleuchtungskörper darf für die Arbeiter weder störend noch belästigend sein, auch darf keine wesentliche Temperatursteigerung hierdurch hervorgerufen werden.

c) Sicherheitsforderungen.

1. Die Beleuchtungsanlagen einschließlich Leitungen (Rohre, Kabel usw.) dürfen weder den Menschen noch den Räumen bzw. Gebäuden gefährlich werden können; sie sind explosions- und feuersicher anzulegen und dürfen auch während des ruhenden Betriebes keine Gefahren bieten.

2. Die Anordnung und Anbringung der Beleuchtungskörper nebst Leitungen muß nach den neuesten Erfahrungen, den besten Regeln der Technik und nach den für die jeweilige Beleuchtungsart aufgestellten bzw. den dafür erlassenen Sicherheitsvorschriften erfolgen.

3. Nach Fertigstellung sind sämtliche Beleuchtungseinrichtungen durch einen Sachverständigen einer eingehenden Untersuchung und Prüfung zu unterwerfen.

4. Mit der verantwortlichen Wartung und Unterhaltung der Beleuchtungseinrichtungen, insbesondere auch mit dem Anzünden und

Auslöschen der Beleuchtungskörper sind stets nur zuverlässige und geschulte Personen zu betrauen.

5. Im Interesse der erhöhten Feuersicherheit ist es von großer Bedeutung, Hauptabsperrhähne, Ausschaltvorrichtungen usw. so anzulegen, daß das Abstellen der Leitungen für ein ganzes Grundstück, noch besser für ein einzelnes Gebäude, im Falle einer Feuersgefahr unschwer und sicher von außen bewirkt werden kann.

d) Wirtschaftliche Forderungen.

1. Die Beleuchtungseinrichtungen müssen derart angelegt sein, daß die Brenn- bzw. Leuchtstoffe oder die Kraft (Energie) möglichst vollständig zur Lichterzeugung ausgenutzt werden.

2. Die Instandhaltung, Wartung und Reinigung der Beleuchtungskörper soll einfach und leicht, das Anzünden und Auslöschen nicht feuergefährlich und zeitraubend sein.

e) Helligkeitsverteilung.

Zahl der Lichtquellen.

Bestimmte Angaben über die Helligkeit und Art des Lichtes lassen sich nicht machen.

Als genügende Flächenhelligkeit der Arbeitsplätze für Arbeiten gewöhnlicher Art sind mindestens 10 Meterkerzen (wobei man noch deutlich schreiben und lesen kann), für feinere Arbeiten indessen 15 bis 50 Meterkerzen anzunehmen.

In einer Abhandlung „Das Bogenlicht und seine Anwendung" von Körting & Mathiesen wird als Lichtbedürfnis hingestellt:

	Meterkerzen bzw. Lux
Für Spinnereien	10—15
„ Maschinenfabriken, Schlossereien	20—30
„ Färbereien je nach Farbe der Stoffe	25—40
„ feinere mechanische Arbeiten	30—40
„ Druckereien und Setzereien	40—50
„ Zeichensäle	40—50
„ kaufmännische Bureaux	25—35.

Die Erfahrungswerte, die von Prof. H. Cohn auf hygienischer Grundlage ermittelt wurden, sind:

bei 50 HK. (= der Helligkeit des Tageslichtes) vermag das Auge ohne Akkommodation wie bei Tageslicht zu sehen;

bei 2 HK. kann man noch mühsam gewöhnliche Druckschrift (Bourgeoisschrift) lesen;

bei 10 HK. beträgt die Lesbarkeit noch drei Viertel der normalen.

Die genaue Ermittelung der Lichtmenge und die Wahl der Lichtart kann jedoch nur im Einzelfalle erfolgen, weil sie beide nicht nur von den jeweilig zu Gebote stehenden Lichtquellen, sondern auch

von der Art der in den einzelnen Räumen zu verrichtenden Arbeiten abhängig sind.

Von Einfluß hierauf sind demnach u. a.:

1. Die Abmessungen, Länge, Breite und Höhe des zu erleuchtenden Raumes; je mehr sich ein Raum der Würfelform nähert, je größer ist die Gleichmäßigkeit der Lichtverteilung und um so vorteilhafter die Ausnutzung des Lichtes.

2. Die Bearbeitung größerer oder kleinerer Gegenstände.

Für die Bearbeitung größerer Gegenstände und für die Erhellung größerer Räume (Arbeitssäle usw.) werden im allgemeinen die in angemessener Höhe anzubringenden Starklichtquellen zu bevorzugen sein. Für die Bearbeitung kleinerer Gegenstände, für Nah- und Feinarbeiten ist es hingegen zweckdienlich bzw. durchaus geboten, die Lichtquelle bis dicht an den Arbeitsplatz bzw. an den zu bearbeitenden Gegenstand heranzuführen.

Zur Schonung der Augen gegen Blendung als auch zur Erhöhung der Lichtwirkung sind Augenschützer, Schirme, Reflektoren usw. anzubringen. Außerdem empfiehlt sich bei diesen Arbeiten die Verwendung sog. kalter Lichtquellen, deren Wärmeausstrahlung also gering ist.

3. Die Farbe der zu verarbeitenden Stoffe.

Von Wichtigkeit ist u. a., ob beispielsweise Seide, Wolle oder andere farbige Stoffe nach Farben sortiert werden sollen.

Die Farben der künstlichen Lichtquellen sind:

a) Gasglühlicht aus reinem Thorium, gibt vornehmlich viel grüne Strahlen, welche jedoch durch Beimischung verschiedener anderer Erden gemildert werden.

b) Elektrisches Glühlicht, weist sehr viel gelbe und rote Strahlen auf, hingegen

c) elektrisches Bogenlicht vornehmlich viel blaue und violette Strahlen enthält.

d) Das gewöhnliche Gaslicht gibt gelbe und rote,

e) das Petroleum vorwiegend mehr rote als gelbe Strahlen.

f) Die Azetylenflamme gibt wie das elektrische Bogenlicht weißes, dem Sonnenlicht ähnliches Licht.

II. Beleuchtung durch Leuchtgas.

a) Erzeugung bzw. Entnahme des Gases.

Das Leucht- bzw. Steinkohlengas wird durch Vergasung von Steinkohlen in Retorten aus feuerfester Schamottemasse erzeugt. Das Rohgas ist ein Gemisch von schweren Kohlenwasserstoffen oder ölbildendem Gas, leichten Kohlenwasserstoffen oder Gruben, (Sumpf-) Gas, von Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure.

Vor der Verwendung ist das Rohgas von seinen Verunreinigungen, Teer, Ammoniak, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff zu befreien und sorgfältig zu reinigen.

b) Karburation, Aufbesserung und Regulierung der Leuchtkraft des Gases.

Zur Anreicherung der an Kohlenwasserstoffen armen Gase wurden früher Cannelkohlen und bituminöse Schiefer, nach dem die Dämpfe des wohlfeileren Benzols verwendet. Neuerdings, nach Erfindung des Gasglühlichtes, insbesondere aber nach dessen vielseitiger — man kann wohl sagen allseitiger — Anwendung ist man, weil die Zeiten, wo es darauf ankam, ein möglichst leuchtkräftiges Gas für Schnitt- und Argandbrenner herzustellen, längst vorüber sind, dazu übergegangen, das Leuchtgas mit Wassergas (zu verdünnen) zu mischen, wodurch ein für das Auerlicht vorzügliches Mischgas gewonnen wird. Wie weiterhin näher erörtert werden wird, bedarf der Auerstrumpf nicht eines hoch heizkräftigen Gases, sondern ein Gas von hoher Flammentemperatur, von der bekanntlich die Leuchtkraft des Auerstrumpfes abhängt.

Die Flammentemperatur steigt aber um so höher, je mehr Wassergas dem Leuchtgas zugesetzt wird.

Die Entnahme des Gases erfolgt, sofern die Lage der Fabrik solches gestattet, zweckmäßig aus einer zur allgemeinen Benutzung errichteten Ortsgasanstalt, oder es ist die Errichtung einer eigenen Anstalt zu erwägen.

c) Leitungen.

Die Zuführung des Leuchtgases zu der Fabrikanlage bzw. zu den einzelnen Gebäuden derselben erfolgt unterirdisch durch gußeiserne, mit Blei zu dichtende Muffenrohre.

Zur Messung des Verbrauches an Gas dienen die Gasmesser, weshalb jede besondere Zuleitung mit einem solchen zu versehen ist. Die Verteilung bzw. Zuführung des Gases nach den einzelnen Räumen erfolgt vom Gasmesser aus, welcher durch einen Haupthahn von der Zuleitung sicher abzuschließen sein muß.

Die Rohrleitungen in den Gebäuden sind aus schmiedeeisernen gezogenen Röhren herzustellen, welche durch besondere mit Gasgewinde versehene Verbindungsstücke, sog. Fittings, luftdicht miteinander verschraubt werden.

Die Weite der Rohre ist von dem Gasverbrauch bzw. von der Zahl der zu speisenden Flammen, von der Leitungslänge und von der Lage der Leitungen, ob sie wagerecht, steigend oder fallend zu verlegen sind, abhängig.

Fallende Rohre erfordern eine größere, steigende Rohre eine kleinere Lichtweite, weil der Gasdruck für je 4 m Steigung etwa 3 mm zunimmt. An allen tiefsten Punkten der Leitung ist stets ein Wassersack anzubringen.

Die Verwendung von Rohren aus Messing ist vornehmlich nur bei kurzen Ableitungen zu einzelnen Beleuchtungskörpern gebräuchlich. Bleirohre sind wegen der leicht möglichen Beschädigung überhaupt von der Verwendung auszuschließen.

Jede neue sowie jede veränderte oder ausgebesserte Gaseinrichtung muß, bevor sie in Benutzung genommen wird, auf Dichtheit geprüft werden. Vor der Prüfung dürfen weder die Rohrleitungen verputzt, noch die Beleuchtungskörper angebracht sein.

Da Entweichen von Gas und sonstige Störungen auch bei bester Anlage und sorgfältigster Ausführung vorkommen, somit Gefahren nie ausgeschlossen sind, so ist eine stete Überwachung der Dichtheit sämtlicher Beleuchtungseinrichtungen geboten.

Auf die große Gefahr des Aufsuchens von Undichtheiten bei Gasausströmungen sei warnend hiermit hingewiesen und seien einige Verhaltungsmaßregeln hierfür angegeben.

1. Das Betreten des mit Gas geschwängerten Raumes mit Licht ist der Explosionsgefahr wegen durchaus unstatthaft und streng zu verbieten.
2. Der Raum ist sofort durch Öffnen der Fenster und Türen auskömmlich zu lüften.
3. Die Gaszuführung ist am nächsten Haupthahn, eventuell am Gasmesser sofort abzustellen.
4. Die Untersuchung, das Ableuchten usw. der Gaseinrichtung darf nur von sachverständiger Seite vorgenommen werden.
5. Die Anwesenheit unberufener Personen hierbei ist zu verbieten.

Bei Beleuchtungsanlagen von größerem Umfange wird in die Hauptleitung kurz hinter dem Gasmesser zweckmäßig ein Druckregler aufgestellt, welcher den Vorteil gleichmäßig brennender Flammen bzw. gleichmäßigen Gasverbrauches bietet.

Speist die Leitung gleichzeitig Heiz- oder Gaskraftanlagen oder tritt durch andere Einrichtungen zeitweilig ein größerer Verbrauch ein, so ist die Anlage eines entsprechend großen Druckreglers um so mehr geboten.

In solchen Fällen kann, je nach dem Umfange der einzelnen Anlagen die Herrichtung von Doppelleitungen zweckdienlicher sein, wovon eine Leitung mit Druckregler dem regel- und gleichmäßigen Verbrauche, die andere Leitung zur Versorgung der ungleichmäßig brauchenden Betriebsanlagen dient.

Durch Anbringung von Flammenreglern oder Rheometern vor den Brennern ist schließlich die Möglichkeit geboten, den Gaszutritt an jedem einzelnen Brenner genau regeln zu können.

d) Brenner.

Die gebräuchlichen Brenner sind ihrer Flamme nach zu unterscheiden in:

1. Flach- oder Freibrenner für offene Flammen.
2. Rund- oder Argandbrenner für geschlossene Flammen.
3. Regenerativ-(Glanz- oder Hochlicht-)brenner, Innenbrenner mit vorgewärmter Luft.

Die Flach-, Frei- oder Rundbrenner sind in den vielseitigsten Formen, die Regenerativbrenner in den mannigfaltigsten Konstruktionen im Handel.

Wenngleich für manche Zwecke die Schnittbrenner (Fledermaus-, Schmetterlings-, Straßenbrenner), für andere Zwecke die Rundbrenner oder die Regenerativ-

brenner immer noch zweckentsprechende Verwendung finden mögen, von einer nennenswerten Verwendung derselben — bis auf den Schnittbrenner — kann aber nach der allseitigen Einführung der wirtschaftlich vorteilhafteren Beleuchtung durch das Gasglühlicht nicht mehr die Rede sein.

III. Beleuchtung durch Gasglühlicht.

Das Eigenartige der Glühlichtbrenner besteht darin, daß durch das Einbringen (Einhängen) eines besonders hergerichteten unverbrennlichen Körpers in die Flamme bei dem Erhitzen dieses Körpers bis zur Weißglut der größere Teil der Flammenwärme in Licht umgewandelt wird. Die hierzu geeigneten Stoffe sind vornehmlich die Erden von Teer, Lanthan, Cer, Magnesium usw.

Der zurzeit allgemein gebräuchliche Glühlichtbrenner ist der von Dr. Auer von Welsbach erfundene Brenner, dessen Besonderheit darin besteht, daß ein mit seltenen Erden imprägniertes Gewebe (Glühstrumpf) in einer Bunsenflamme (Gemisch von Gas und Luft) bis zur Weißglut erhitzt wird.

Je nach der Wahl der Erden ist eine verschiedenartige Färbung des Lichtes möglich.

Das Glühlicht ist dem Auge angenehm, es brennt ruhig, strahlt nur geringe Wärme aus und ist billig. Wegen seines geringen Gasverbrauches und seiner hohen Leuchtkraft bedeutet die Erfindung und Einführung des Glühlichtes einen hohen volkswirtschaftlichen Fortschritt.

Zum Beweise hierfür sei der durch neuere Untersuchungen des Professors Dr. Lummer pro Hefnerkerze und Stunde ermittelte Verbrauch angeführt, welcher beträgt:

für Schnittbrenner	17 l
„ Rundbrenner	10 l
„ Gasglühlicht	1,7 l.

Die Verwertung des Leuchtgases ist bei Verwendung des Gasglühlichtes also etwa sechsmal vorteilhafter als beim Rundbrenner und zehnmal vorteilhafter als beim Schnittbrenner.



Abb. 23. Glühlichtbrenner mit Federrohr. Deutsche Gasglühlicht-Aktiengesellschaft, Auergesellschaft Berlin.

a) Beleuchtungsapparate.

Der Einführung und Anwendung des Auerschen Gasglühlichtes zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen und Werkstätten in Fabriken standen trotz seiner vorstehend erwähnten Billigkeit und Lichtfülle noch mancherlei Hindernisse bisher im Wege, und zwar: Der verhältnismäßig hohe Preis, die Empfind-

lichkeit der Glühkörper gegen Verunreinigungen und gegen Erschüt-rungen, und die geringe Beweglichkeit der Lichtquelle, infolge notwendigen Anbringung der Brenner an festen — unbeweglichen Beleuchtungskörpern. Diese Schwierigkeiten und Hindernisse sind wesentlichen behoben.

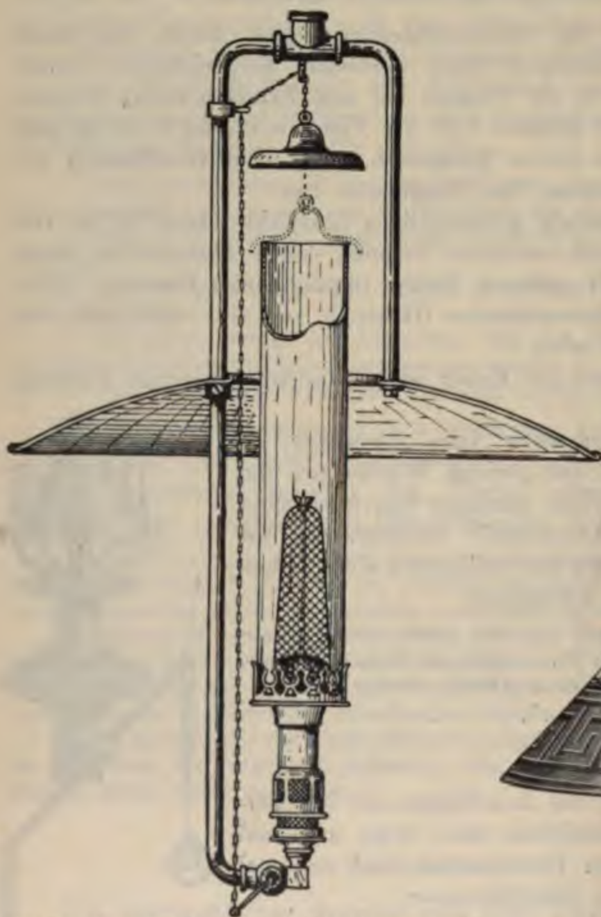


Abb. 24. Lampe mit besonderer Staubschutzvorrichtung. Fabrik für Beleuchtungsanlagen vorm. G. Himmel, G. m. b. H., Tübingen.



Abb. 25. Kettenlampe. Continental-Gasgesellschaft Central-werkstatt, Dessau.

Die Preise der Glühlichtbrenner und der Glühkörper sind wese lich herabgegangen.

Die Zylinder, namentlich die Jenaer Gläser — insbesondere kleinen Lochzylinder — sind sehr widerstandsfähig und haltbar.

Bei Verwendung der (von der Deutschen Gasglühlichtgesellsch gefertigten) Federrohre (Abb. 23) werden die durch Erschütterung h

gerufenen senkrechten und seitlichen Bewegungen des Brenners efangen und in langsame, dem Glühkörper nicht schadende Beungen umgesetzt.

Demselben Zwecke dienen die federnden Aufhängevorrichtungen vereinigten Metallwarenfabriken, vorm. Haller & Co.-Berlin) als die Arbeitslampen mit Membrankapsel und Metallschlauchaufgung (der Fabrik für Beleuchtungsanlagen, vorm. G. Himmel in ingen).



Abb. 26. Stangenlampe.
Continental-Gasgesellschaft Centralwerkstatt, Dessau.

Die Abb. 24 veranschaulicht eine Lampe mit besonderer Staubtzvorrichtung.

Zur Erhellung einzelner Arbeitsplätze ist u. a. die in den verschiedensten ührungen (von der Centralwerkstatt der deutschen Continentalgasgesellschaft essau erfundene und) hergestellte Arbeitslampe „Industrina“ sehr geeignet zwar, weil sie leicht verstellbar, unempfindlich gegen Erschütterungen und

Stöße, allseitig beweglich und gegen unbefugtes Fortnehmen des Zyli
Glühkörpers gesichert ist.

Die Anfertigung erfolgt in verschiedenen Ausführungen; Abb. 25
Kettenlampe, Abb. 26 eine Stangenlampe dar.

Die Deutsche Gasglühlichtgesellschaft fertigt zu dem gleichen Z
wegliche V
hängelampen
Einrichtung
stehende I
(Abb. 27) v
licht und erl



Abb. 27. Bewegliche Wandarmhängelampe mit Aufzugvorrichtung. Deutsche Gasglühlicht-Aktiengesellschaft, Auergesellschaft, Berlin.

Die in
bildungen 25
dargestellten
können, sofe
den Arbeiten
hinderlich si
Heranführen
Wand oder I
bzw. Hochste
Arbeitsbereic
rückt werden

Der grö
teil, den
folge der a
Beweglichk
Lichtquelle
an das A
heranzufü
Lampen bi
der, daß
großer,
Auerbrenne
brauch g
werden muß, sondern daß die Anwendung eines kleinen (
brenners (Juwel bzw. Liliput), der nur die Hälfte d
verbrauches beansprucht, genügt.

Durch Verwendung von Schirm-Reflektoren aus Met
(Autositschirm aus Jenaer Milchglas) usw. kann das Licht
konzentriert werden. Der kleine Gasglühlichtbrenner ist da,
Verwendung nichts im Wege steht, das billigste Mittel
hellung einzelner Arbeitsplätze in Fabriken und Werkstätten

Starklichtbrenner und Gruppenbrenner-Lampen.

Zur Erreichung größerer Lichtfülle dienen entweder
Starklichtbrenner bis zu 550 Kerzen oder Gruppenbrenner
deren Lichtfülle bis zu 1700 Kerzen und mehr gesteigert wer

Während bei den Starklichtbrennern eine Veränderung in der Lichtfülle nicht möglich ist, haben die Gruppenbrennerlampen den Vorteil, daß die Lichtfülle durch Ein- oder Ausschalten von Brennern beliebig verändert, somit dem jeweiligen Lichtbedürfnisse genau angepaßt und demgemäß ein ökonomischer Betrieb leicht bewerkstelligt werden kann.

Die Steigerung der Leuchtkraft findet bei den Einzel-Starklichtrennern und den zu Gruppenbrennerlampen vereinigten Starklichtrennern durch Erhöhung der Luftzufuhr zum Brenner statt. Durch ie Jenaer Loch- und Hängezylinder wird der Luftzutritt verschiedenrtig geregelt, wodurch die Leuchtkraft um 14% bzw. 20% geteigert wird.

Zur Erhellung solcher Fabrikräume, bei welchen in Rücksicht uf die Arbeiten eine möglichst gleichmäßige und schattenfreie Beeuchtung notwendig ist, sind die Starklichtbrenner und Gruppenrennerlampen sehr geeignet und zwar in Form einer indirekten oder iner gemischten Beleuchtung.

Die rein indirekte Beleuchtung besteht darin, daß die gesamte ichtfülle der Beleuchtungskörper durch Reflektoren an die Decke und an die oberen Teile der Wände geworfen und von dort aus nach llen Richtungen gleichmäßig verteilt wird.

Bei der gemischten Beleuchtung wird die Lichtfülle teils an die Decke und Wände abgegeben, teils aber zur unmittelbaren Beleuchung der Arbeitsplätze verwendet. Zur Erzielung einer guten Wirkung sind weiße Decke und helle Wände — der oberen zwei Drittel ihrer Höhe — Bedingung.

b) Reflektoren, Schirme, Glocken.

Durch Verwendung von Reflektoren wird die Wirkung der Lichtquelle bei der soeben geschilderten Beleuchtung nicht nur wesentlich erhöht, sondern es wird das Licht auch möglichst gleichmäßig im Raume verteilt, die harten Schlagschatten werden dadurch gemildert.

Hängendes Gasglühlicht.

Die Herstellung eines neuen Invert.-Gasglühlichtbrenners des sog. hängenden Glühlichtes ist in letzter Zeit dem Ingenieur Hellmann gelungen.[1]) Die mit diesem Brenner angestellten Versuche haben das günstige Ergebnis gehabt, daß derselbe ohne Störung auf die Dauer funktioniert und eine vorzügliche Lichtausbeute gibt.

---

1) Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1903, Nr. 26.

c) Zündungen.

Das Zünden der Beleuchtungskörper wird entweder mit der Hand mittels besonderer Zündungsvorrichtung (Zündlampen usw.) bzw. eines Zündholzes oder automatisch bewirkt.

Die Zündung auf automatischem Wege erfolgt durch Zündflammen, Selbstzündung und Fernzündung.

a) Die Zündung durch Dauer-Zündflammen in Verbindung mit Kleinstellbrennerhahn und Kettenzügen, welche die allgemein gebräuchliche ist, kann auch für die Fabrikbeleuchtung im allgemeinen als die zweckentsprechendste und vorteilhafteste bezeichnet werden.

   Durch Fortfall der periodischen Zündung bietet sie große Feuersicherheit; in feuchten Räumen werden durch die stete Wärme die Glühstrümpfe trocken gehalten, wodurch deren Dauerhaftigkeit erhöht wird.

b) Die Wirkung der Gasselbstzünder beruht darauf, daß das mit Platinschwamm in Berührung gebrachte Gas diesen zum Erglühen bringt und sich alsdann hieran entzündet.

c) Die von einem einzigen Punkte aus vorzunehmende Fernzündung kann bewirkt werden:
   1. Durch Änderung des Gasdruckes im Rohrnetze,
   2. durch Druckluft,
   3. durch Elektrizität.

Diese Einrichtungen bieten mancherlei Vorteile, u. a. leichte und einfache Wartung, schnelles und zuverlässiges Funktionieren (bei guter Ausführung), größere Feuersicherheit u. a. m., weshalb die Anlage derselben zweckmäßig und vorteilhaft ist.

d) Gasglühlicht-Intensivbrenner.

Die bekanntesten Gasglühlichtintensivbrenner sind zur Zeit:

1. Die Lucas-Lampe, deren hohe Lichtentfaltung ca. 500 HK. durch die saugende Wirkung eines hohen Schornsteines bewirkt wird.
2. Der Selas-Glühlichtbrenner, dessen Wirkung auf der Zuführung eines besonderen Gasluft-Gemisches beruht.
3. Salzenbergs Kugellicht, dessen bedeutende Lichtfülle (100—1200 HK.) durch entleuchtetes Preßgas, welches, nachdem dasselbe auf 2 bis 3 Atm. Spannung gebracht ist, dem Brenner unter einem gleichmäßigen Drucke von 1,1 Atm. zugeführt wird.
4. Millenium-Licht, bei dem das Gas, nachdem es in einem, drei Viertel mit Glycerin, ein Viertel mit Wasser gefüllten Kompressor auf eine Spannung von 1350—1450 mm gebracht ist, der Rohrleitung bzw. den Brennern zugeführt wird; dieses ohne Zylinder brennende Licht kann in jede beliebige Gasleitung eingeschaltet und in Lichtstärken von 100 bis 2000 HK. beliebig teilbar gemacht werden.

IV. Wassergasbeleuchtung.

Die fabrikmäßige Herstellung des Wassergases erfolgt durch Einblasen von Wasserdampf in einen mit heißgeblasenem Brennmaterial, Koks oder Kohle gefüllten Generator.

Das reine unkarburierte Wassergas wurde seiner geringen Leuchtkraft wegen ursprünglich hauptsächlich nur zu Heiz- und Industriezwecken u. a. zum Schmelzen, Schweißen, Schmieden, Löten usw. der Metalle usw., weniger zur Beleuchtung benutzt.

Als Glühbrenner diente vordem lediglich der Fahnehjelmsche Magnesiaglühkamm.

Infolge seiner hohen Flammentemperatur, wodurch der Auerstrumpf zum Glühen gebracht wird, hat es nach Einführung des Auerstrumpfes an Bedeutung gewonnen.

Die Verwendung des Wassergases für Beleuchtungszwecke als Mischgas mit Öl oder mit Benzolkarburierung ist, weil es auf dieselbe Leuchtkraft wie das Steinkohlenleuchtgas gebracht werden kann, seiner Wohlfeilheit wegen, in letzter Zeit immer größer geworden.

Durch das in jüngster Zeit erfundene und mit großem Vorteile durchgeführte Verfahren der sog. Autokarburierung des Wassergases, bei welcher das blaue ungereinigte Wassergas direkt in die Leuchtgasretorten eingeführt wird, um letztere während der Destillation der Kohle zu durchstreichen, ist die Errichtung einer Wassergasanlage (nach Dellwik-Fleischer) in Verbindung mit einer Leuchtgasanstalt aus wirtschaftlichen Gründen beinahe allgemein geworden.

Bei dem hierdurch gebildeten Mischgase steigt der Gewinn durch die Autokarburation mit der Höhe des Wassergaszusatzes.

Durch seine hohe Flammentemperatur ist dieses Mischgas imstande, auch wenn es nur den halben Heizwert von Leuchtgas hat, beim Auerlicht ganz dieselbe Lichtstärke wie beim Leuchtgase zu erzeugen.

V. Öl- bzw. Fettgas.

Die Gewinnung des Ölgases erfolgt durch Vergasung vornehmlich von Braunkohlenteeröl, außerdem von Mineral- und Erdölen, Abfallfetten usw. in bis zur Kirschrotglut erhitzten eisernen Retorten. (System Julius Pintsch, Berlin). Durch seinen hohen Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen, welcher größer ist als bei dem Steinkohlengas, besitzt das Ölgas eine höhere, etwa $3^1/_2$ mal so große Leucht- und größere Heizkraft wie dieses. Das Ölgas gibt ein helles, dem Auge angenehmes Licht von weißer Färbung und von sehr geringer Wärmeentwicklung. Bei starkem Luftzug und nachlässiger Wartung wird die Flamme durch Rußen beeinträchtigt.

In letzter Zeit stellt man ein aus Öl- oder Fettgas und Azetylen bestehendes Mischgas her, wodurch eine bedeutende Aufbesserung bei Beimischung von 20% Azetylen mindestens um das Doppelte der Leuchtkraft erzielt wird.

VI. Azetylengas.

Das Azetylengas wird gewonnen aus dem Calciumkarbid, einem steinartigen, an sich unverbrennlichen Körper, der durch Zusammenschmelzen von Kalk und Kohle mittels elektrischen Lichtbogens von 3500° C im elektrischen Ofen entsteht.

Die Gewinnung des Azetylens aus dem Calciumkarbid erfolgt durch Zersetzung desselben im Wasser im sog. Entwickler.

Das Azetylen ist ein an Kohlenstoffgehalt reicheres Gas als das Steinkohlenleuchtgas; im übrigen besteht es wie dieses aus Kohlenstoff und Wasserstoff, sein Geruch ist knoblauchartig, es ist weniger giftig als Steinkohlenleuchtgas.

Die Flamme des Azetylengases ist blendendweiß, von außerordentlicher Helligkeit und entspricht in seiner Zusammensetzung, Farbe, Leuchtkraft und Wirkung dem weißen Sonnenlichte und gibt, wie dieses, alle Farben genau und in den zartesten Tönen wieder.

Außer zur Beleuchtung kann das Azetylen auch zum Kochen und Heizen, sowie zum Betriebe von Motoren benutzt werden. — Azetylengas ist ebenso wie das Steinkohlenleuchtgas nur dann explosibel, wenn es sich mit Luft unter gewissen Verhältnissen 4—50% gemischt hat, und dann nur, wenn offene Flamme dazutritt.

Unter hohem Drucke stehendes Azetylengas, zwei Atmosphären und mehr, kann von selbst explodieren. Bei Verwendung richtig und sachgemäß konstruierter Apparate bzw. Anlagen, bei vorschriftsmäßiger Aufstellung bzw. Einrichtung und bei ordnungsmäßiger Wartung und Bedienung derselben ist eine Explosionsgefahr nicht größer als bei Anlagen für ähnliche Zwecke.

Im Interesse einer guten Wirkung der Beleuchtung sind nur Brenner zu verwenden, die sich weder verziehen, noch zusetzen und sparsam brennen.

Am gebräuchlichsten sind Specksteindoppelbrenner (Jean Stadelmann, Nürnberg).

Die Beleuchtung kann genau wie beim Leuchtgase durch mit Kleinstellbrennerhahn versehene offene oder geschlossene Glühlicht-Brenner oder durch wind- und regensichere Lampen und Laternen erfolgen, welch letztere in Form von Bogen- und Kugel- bzw. Gruppenbrennerlampen (System Schülke, Brandholt & Co.) von sehr großer Lichtwirkung (2000 HK.) hergestellt werden.

Diese Lampen, als auch geschlossene Räume, in welchen eine größere Anzahl von Flammen gleichzeitig brennen, sind zweckmäßig mit Abzugsvorrichtungen für die Verbrennungsgase zu versehen.

Die Möglichkeit, daß man das Azetylenlicht nicht nur als Glühlicht, sondern auch in offener Flamme benutzen kann, macht es, abgesehen von seiner vorzüglichen Lichtwirkung, für die Beleuchtung von Fabriken besonders geeignet, und zwar insbesondere für solche Fabriken, in denen die Glühstrümpfe einerseits wegen zu heftiger Erschütterungen, andererseits wegen zu großer Staubentwicklung nicht in Frage kommen können.

VII. Luftgas (Aerogengas).

Luftgas wird fabrikmäßig hergestellt, indem man gepreßte atmosphärische Luft durch einen leicht siedenden flüssigen Kohlenwasserstoff strömen läßt. Die in Blasenform aufsteigende Luft nimmt Dämpfe des flüssigen Kohlenwasserstoffes mit, wodurch sich ein brennbares Gas bildet.

Zur Herstellung dieses Gases, welche sehr einfach ist, werden meist die bei der Destillation des Rohpetroleums gewonnenen leichteren Kohlenwasserstoffe, Gasolin, Benzin, Ligroin, Solin usw. verwendet.

Einzel-Beleuchtung.

Für die Einzel-, nicht von einer Zentralstelle ausgehende Beleuchtung kommen folgende Beleuchtungsarten in Betracht:

1. die Kerzenbeleuchtung,
2. „ Ölbeleuchtung,
3. „ Petroleum-Glühlichtbeleuchtung,
4. „ Spiritus- „ „
5. „ Beleuchtung durch Gasstoff, transportables Gasglühlicht usw.

Die Kerzen- und Ölbeleuchtung kommen lediglich bei der Notbeleuchtung, nicht aber bei der Erhellung von Fabrikräumen heutzutage noch in Frage, weshalb ein weiteres Eingehen hierauf sich erübrigt.

VIII. Petroleumglühlichtbeleuchtung.

Das gereinigte oder raffinierte Petroleumleuchtöl entsteht bei der Destillation des Erdöls, es siedet bei 150° und brennt nur bei Anwendung eines Dochtes. Petroleum, welches aus Mischungen von schweren und leichten Ölen besteht, ist gefährlich, daher für Beleuchtungszwecke nicht verwendbar. Auf die bezüglich des Verkehrs und Verkaufes usw. von Petroleum erlassenen Sicherheitsvorschriften sei hiermit hingewiesen.

Zu Beleuchtungszwecken wird das Petroleum in Lampen, und zwar entweder in den bisher allgemein gebräuchlichen Dochtlampen oder in Glühlichtlampen verwendet.

Der Brennbetrieb der Glühlichtlampe ist etwa halb so teuer, als der einer gewöhnlichen Petroleumlampe und ihre Lichtwirkung die zwei- bis dreifache der gewöhnlichen Lampe. Die Herstellung der Lampen kann in beliebiger Größe und demgemäß mit verschiedener Lichtwirkung erfolgen.

Unter dem Namen „Sarto“-Petroleumglühlicht (Butzke, Berlin) werden Lampen von ca. 80 HK. Leuchtkraft (= dem Gasglühlicht) hergestellt, deren Verbrauch für 1000 HK. etwa 0,800 kg Petroleum beträgt.

Das Kithon-Licht, ein Petroleumglühlicht für große Brenner, wird dadurch erzeugt, daß unter einem Luftdrucke von 3 bis 4 Atmosphären stehendes Petroleum in eine über der Glühlichtflamme der dochtlosen Lampe liegende fingerstarke Vergasungsröhre gepreßt wird, in der es zerstäubt und durch die hohe Wärme in Gas verwandelt wird.

Die Anwendung des Kithon-Lichtes, dessen Preis pro Hefnerlicht und Stunde bei 0,2 g Verbrauch zu 0,004 Pf. angegeben wird, beschränkt sich zunächst auf die Beleuchtung im Freien und sehr großer Innenräume.

IX. Spiritusglühlichtbeleuchtung.

Bei der Spiritusglühlichtbeleuchtung besteht die Wirkung darin, daß nach Entwicklung von Spiritusdampf der Glühkörper durch das entzündete Dampfgemisch zum Leuchten gebracht wird. Lampen für Innenbeleuchtung mit einem stündlichen Verbrauche von ca. $^1/_7$ Ltr. denaturierten Spiritus von 86 bis 95 Vol. % geben eine Lichtwirkung von ca. 80 HK.

Die unter der Bezeichnung Spiritus-Azett-Schwert-Laterne (Schuchhardt & Co.-Berlin) im Handel befindliche Glühlichtlampe ist eine dochtlose Verdampferlampe, welche eine Lichtfülle von ca. 100 HK. liefert und sich auch für Außenbeleuchtung eignet.

X. Beleuchtung durch Gasstoff.

Transportables Gasglühlicht.

Für Arbeiten mancherlei Art, ob außerhalb oder innerhalb von Gebäuden, ist eine handliche, leicht bewegliche und verstellbare Lichtquelle unentbehrlich. Als Brennstoffe für die zu diesem Zwecke besonders konstruierten Beleuchtungsapparate werden meist leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe im spezifischen Gewicht von ca. 0,690—0,715 verwendet. Der im Brenner in Gas umgesetzte Brennstoff gibt eine weiße helle Flamme von großer Leuchtkraft.

Die Anfertigung erfolgt dem jeweiligen Bedürfnisse entsprechend in den verschiedensten Formen u. a. als Laterne, Arbeitsschiebe-, Tisch-, Keller-, Hand-, Wand-, Hänge-, Stativ-, Sturm-Lampe usw. (Louis Runge, Berlin).

Neuerdings werden diese gasselbsterzeugenden Beleuchtungsgegenstände in vorteilhafter Weise für Innenbeleuchtung mit Glühlichtbrennern versehen. Zur außerordentlichen Erhellung von Arbeitsplätzen dient u. a. das sog. Kometlicht, das Dürrlicht usw.

Die große Lichtwirkung bei dieser Beleuchtungsart wird durch die Einwirkung von Preßluft auf den im Brennstoffbehälter befindlichen Leuchtstoff hervorgebracht.

XI. Elektrische Beleuchtung.

Allgemeines.

a) Elektrische Maßeinheiten.

Die gesetzlichen Einheiten für elektrische Messungen sind das Ohm, das Ampère und das Volt.

Es ist: das Ohm = Ω die Einheit, R die Größe des elektrischen Widerstandes, das Ampère = A die Einheit, J die Größe der elektrischen Stromstärke, das Volt = V die Einheit, E die Größe der elektromotorischen Kraft (oder Stromspannung), das Voltampère oder Watt = VA ist die Einheit, E die Größe der elektrischen Leistung, das Kilowatt (Kw) ist = 1000 Watt = 1,36 PS (Pferdestärke), 1 Pferdestärke = 1 PS = 75 mkg/sek = 736 Watt.

b) Elektrisches Grundgesetz (Ohmsches Gesetz).

Es ist die Stromspannung (in V) $E = J \cdot R$ = dem Produkt aus Stromstärke und Widerstand.

c) Erzeugung von Elektrizität.

Die Erzeugung der elektrischen Energie wird durch Umsetzung mechanischer Energie von Kraftanlagen mittels Dynamomaschine bewirkt. Nach Art der Stromerzeugung unterscheidet man Gleichstrom, Drehstrom, Wechselstrom.

Wahl des Stromsystems.

Der Gleichstrom, welcher sich für Beleuchtung und Kraftübertragung bei nicht zu großen Entfernungen gleich gut eignet, bildet daher für Fabrikanlagen mit nicht zu weit auseinander liegenden Räumen die vorteilhafteste Versorgung mit elektrischer Energie.

d) Akkumulatoren.

Die Akkumulatoren, welche elektrische Energie zu beliebiger Zeit aufnehmen und abgeben, dienen zum Spannungs- bzw. Kraftausgleiche und gewährleisten daher u. a. ein stets ruhiges gleichmäßig hell brennendes Licht.

Die Benutzung erfolgt in der Weise, daß tagsüber zur Zeit geringen Stromverbrauchs, der Akkumulator geladen, abends, zur Zeit hohen Stromverbrauchs, zur Unterstützung der Dynamomaschine verwendet wird, und nachts, zur Zeit geringen Stromverbrauchs, allein die Stromlieferung übernimmt. Bei Anwendung von Akkumulatoren

ergibt sich der Vorteil, daß man einmal mit viel kleineren Kraft- und Dynamomaschinen auskommen kann, als bei Betrieb ohne Akkumulatoren, daß ferner die Kraftanlagen mit dem geringsten Kostenaufwande arbeiten, weil man diese immer unter stets gleichmäßiger Belastung mit dem wirtschaftlich günstigsten Wirkungsgrade arbeiten lassen kann.

Der Lichtbedarf auch für eine Notbeleuchtung kann somit jederzeit gedeckt werden, Vorkehrungen für eine Reservebeleuchtung durch andere Beleuchtungsarten erübrigen sich demnach.

Die Kosten einer Akkumulatorenanlage sind etwa gleich denjenigen einer Maschinenanlage für die gleiche Leistung.

e) Leitungen.

α) Material.

Als Leitungsmaterial kommt seiner großen Leitungsfähigkeit wegen vornehmlich Kupfer, außerdem verzinnter Eisendraht, Aluminiumdraht, Draht von Siliciumbronze und ähnlichen Metallen in Betracht.

β) Arten des Leitungsmaterials.

Zur Installation dienen: Kabel, Drahtleitungen, Schnurleitungen.

γ) Verlegung der Leitungen.

Alle Einzelheiten, Sicherheits- und Schutzvorschriften usw. hinsichtlich der Installation der elektrischen Beleuchtungsanlagen hier erörtern zu wollen, würde über den Rahmen dieses Werkes hinausgehen.

Die vom Verbande Deutscher Elektrotechniker ausgearbeiteten Sicherheitsvorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen (für I Nieder- und II Hochspannung) (welche im Verlage von Julius Springer in Berlin und R. Oldenbourg in München erschienen sind) geben eingehende Auskunft hierüber und dienen auch den Behörden als Richtschnur bei der Einrichtung und Überwachung derartiger Anlagen.

Soweit festverlegte Leitungen der mechanischen Beschädigung ausgesetzt sind, oder soweit sie im Handbereich liegen, müssen sie durch Schutzvorrichtungen geschützt werden.

Zu diesem Zwecke verlegt man die Leitungen nach dem langjährig bewährten System „Bergmann" in Berlin als Isolierrohre aus imprägniertem Papier in Metallschutzrohre, welche je nach der Intensität des äußeren Angriffes aus Messing, aus verbleitem Eisenüberzug oder aus Stahlpanzer hergestellt werden. Für Leitungen, welche der Nässe ausgesetzt sind, u. a. in Färbereien, Brauereien usw. bietet das mit Messing überzogene Rohr dauernden Schutz. In chemischen Fabriken und in solchen Betrieben, wo die Leitungen dem Einwirken von Säuren

stark ausgesetzt sind, sind Rohre mit verbleitem Eisenüberzug zweckmäßig zu verwenden.

In letzter Zeit wird von den Siemens-Schuckert-Werken (Berlin-Nürnberg), die Verlegung elektrischer Leitungen u. a. in blanke Metallrohre (ohne Isolierrohr) mit Federkontakt nach Peschel zur Ausführung gebracht. An Stelle der Schraubenverbindungen sind Federkontakte getreten, weshalb die Schutzrohre aus einem stark federnden Material hergestellt und mit einem klaffenden Längsschlitz, der ein Zusammendrücken der Rohre im Querschnitt ermöglicht, versehen sind.

Die neue Verlegungsart soll hinsichtlich der Kosten den bisherigen Verlegungsarten gegenüber überlegen sein.

δ) **Prüfung der Anlage.**

Vor Inbetriebnahme einer Anlage ist von sachverständiger Seite durch Isolationsprüfung, womöglich mit der Betriebsspannung, mindestens aber mit 100 Volt festzustellen, ob die Anlage betriebsfähig ist oder ob Isolationsfehler vorhanden sind.

f) Verteilung der elektrischen Kraft.

Die Verbrauchskörper, Bogen- und Glühlampen treten der elektrischen Energie gegenüber als Widerstände auf, nach deren Anordnung sich die Energie (Strom) im Leitungsnetze verteilt.

Der Verteilungsart nach kommen folgende Schaltungsweisen zur Anwendung:

1. Reihenschaltung (Einleiter-System). Schaltung sämtlicher Verbrauchsstellen hintereinander.

2. Parallelschaltung (Zweileiter-System). Die Versorgung mit Strom wird durch zwei Hauptleitungen bewirkt; jede Leitung muß für die größte erforderliche Energiemenge bemessen werden.

3. Gemischte Schaltung. Die Stromverteilung erfolgt entweder durch Reihenschaltung von parallel geschalteten Lampengruppen oder durch Parallelschaltung von Reihen. Diese Schaltung ist gegenwärtig aus wirtschaftlichen Gründen die gebräuchlichste Art.

g) Ausschalter, Schmelzsicherungen.

Die Stromlosmachung der einzelnen Schaltungen wird durch Ausschalter bewirkt.

Die Schmelzsicherungen haben den Zweck, die Leitungsdrähte bei Überlastung durch erhöhte Betriebsspannung vor zu großer Erwärmung bzw. vor dem Glühendwerden zu schützen. Dieses geschieht durch Abschmelzen der Sicherung bei Eintritt der Maximalspannung.

h) Ermittelung der erforderlichen Lichtquelle.

Man unterscheidet Beleuchtung durch Glühlicht und durch Bogenlicht. Allgemein gültige Angaben lassen sich auch über den elektrischen Lichtbedarf nicht geben.

Im allgemeinen rechnet man bei Glühlichtbeleuchtung für jeden Arbeitsplatz bei Vornahme feinerer Arbeiten eine Normalglühlampe (16 HK.), auch genügt schon das Licht einer zehnkerzigen bei solchen Arbeiten, wo die Arbeitsverrichtung in unmittelbarer Nähe der Lampe vorgenommen werden kann, oder wenn die Natur der Arbeiten eine besondere Erhellung nicht erfordert. Bei größeren Arbeiten wird daher eine Lampe für zwei bis drei Arbeitsplätze als ausreichend angesehen.

Dem Bedürfnis nach größerer Erhellung kann leicht durch Einschaltung von Lampen genügt werden.

Wegen der schädlichen Erregung des Auges durch den dünnen, sehr hell leuchtenden Kohlenfaden sollte eine Abblendung der Lichtquelle durch Schirme, Blenden, Glashüllen, aus mattiertem, gefärbtem oder aus Opalglas, usw. zwecks Sicherung des Auges des Arbeitenden, insbesondere bei Feinarbeiten, nicht unterlassen werden, wenngleich der durch Verwendung lichtdämpfender Glashüllen eintretende Verlust an Lichtstärke immerhin bis 25 % betragen kann.

Außer einer allgemeinen Beleuchtung durch Bogenlampen sind zweckmäßig jeder Maschine je nach ihrer Größe noch eine bis zwei Glühlampen zu je 16 bis 25 HK. zu geben.

i) Glühlichtbeleuchtung.

Bei der Glühlampe besteht die Wirkung des elektrischen Stromes darin, daß in dem luftleer gemachten Glaskörper ein oder mehrere besonders präparierte Kohlenfäden zum Glühen — bis zur Weißglut — erhitzt werden.

Die Lichtstärke hängt von der Oberfläche des Kohlenfadens ab, während die Stromspannung von dem Widerstande desselben abhängig ist.

Die Prüfung einer Glühlampe hat sich zu erstrecken: auf den Kohlenbügel, auf die Luftleere der Glashülle und auf die Lichtausbeute bei normaler Spannung.

Die Anfertigung der Glühlampen erfolgt für Spannungen bis zu 250 Volt und für Lichtstärken bis zu 500 HK. Eine gewöhnliche (Normal-)Glühlampe rechnet man zu 16 HK. Je größer die Lichtausbeute ist, um so kleiner ist die Lebensdauer der Lampe. Die Wahl der Glühlampen ist daher zweckmäßig so zu treffen, daß die Aufwendungen für Strom und Lampenersatz zusammen möglichst gering werden.

pen von 3 bis 3,5 Watt für die Kerze haben sich bis jetzt en bewährt.

en Verminderung der Leuchtkraft und wegen Trübung der ist es aus wirtschaftlichen Rücksichten nicht vorteilhaft, die en bis zum Reißen des Kohlenfadens auszunutzen, eine uswechselung der Lampen ist vielmehr durchaus geboten.

Glühlampen werden je nach dem lem sie dienen sollen, in den ver-en Formen und Ausführungen t, u. a. als Handlampen, Wand-Deckenlampen, Stehlampen, feste egliche Wand- und Hängearm-ugel- und birnenförmige Reflektor-Speziallampen, Fokuslampen für ısapparate, Glühlampen für photo- Zwecke, Glühlampen zum Aus-von Geschützrohren, Fässern usw., gpendellampen, Glühlichtarmaturen e Räume, elektromagnetische Glüh-sungen usw.

diesen Lampenkonstruktionen lgende ihrer Eigenartigkeit und eit wegen kurz besprochen werden.

eflektorlampe.

durch spiegelnde Belegung eines Teiles ıülle hergestellte Glühlampe konzen-icht in bestimmter Richtung, wodurch irkung um das Zwei- bis Zweiundein-der gewöhnlichen Kerzenstärke ge-rd.

ie Schnurzugpendellampe (Abb. 28) t ein Einstellen der Lichtquelle eliebiger Höhe.

rbindung mit einer Laufschiene an der sie auch in wagerechter Richtung (in ufschiene) beliebig bewegt werden.



Abb. 28. Schnurzugpendellampe. Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., Berlin.

Glühlichtarmaturen für feuchte

erwendung im Freien und für dauernd feuchte Räume, wie Färbereien, n usw. sind des Feuchtigkeitsniederschlags wegen nur besonders her-nit wasserdichter Fassung aus Porzellan und mit besonderer Schutz-ehene Glühlampen geeignet.

ektromagnetische Glühlampenfassungen.

Fassungen dieser (von Bergmann-Berlin hergestellten) Glühlampen thalten in ihrem Gehäuse einen Elektromagneten, welcher durch den


Abb. 29. Elektromagnetische Glühlampenfassung. Bergmann, Elektrizitätswerke, Aktiengesellschaft, Berlin.

die Glühlampe durchfließenden Strom erregt wird, wodurch die beiden am Fuße der Fassungen befindlichen Eisenschienen stark magnetisch werden, so daß die Fassungen an irgend einem eisernen Gegenstand, gegen den sie gepreßt werden, festhaften. In Maschinenfabriken, Kesselschmieden, bei Montage von Eisenkonstruktionen usw. sind diese Fassungen mit Vorteil zu verwenden.

k) Nernstsche Lampe (offene Glühlampe).

Das Charakteristische der Nernstlampe (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin) ist der Umstand, daß sie an der freien Luft glüht.

Der Glühkörper, welcher aus einem Stäbchen schwer schmelzbarer Oxyde seltener Erdmetalle (Magnesiumoxyde usw.) besteht, erhält die für den Stromdurchgang notwendige Leitungsfähigkeit erst durch vorherige Erwärmung einer ihn umgebenden elektrischen Heizspirale. Der Stromverbrauch schwankt je nach der Lampengröße zwischen 1,5 bis 1,8 Watt für 1 HK., er ist also etwa halb so groß als der Verbrauch der gewöhnlichen Kohlenglühlampen, ihre mittlere Lebensdauer hat bei Lampen für 220 Volt (Modell A) neuerdings 730 Stunden ergeben.

Die Farbe des Lichtes kommt derjenigen des Sonnenlichtes sehr nahe. Der Wirkungsgrad der Nernstlampe ist im Gegensatz zu den Glühlampen um so geringer, je niedriger ihre Spannung ist, weshalb sie sich der Ökonomie wegen ganz besonders für Lichtanlagen mit hoher Spannung zwischen 200 bis 250 Volt eignet.

Durch die in letzter Zeit in den Verkehr gebrachte Intensiv-Nernstlampe wird durch besondere Einrichtung des Heiz- und Leuchtkörpers eine noch höhere Lichtwirkung und zugleich ein geringerer Energieverbrauch erzielt.

l) Osmiumlampe.

Die Osmiumlampe (Deutsche Gasglühlichtgesellschaft, Berlin) unterscheidet sich von der gewöhnlichen Kohlenfadenglühlampe dadurch, daß der glühende, lichtspendende Faden aus Osmiummetall hergestellt ist. Das Licht ist fast rein weiß.

Da der weißglühende Metallfaden der Lampe biegsam ist, so darf sie nur senkrecht nach unten hängend, nicht seitwärts oder aufrecht stehend verwandt werden.

Die Anschaffungskosten der Nernst- und Osmiumlampe sind selbstverständlich sehr viel größer, als die der gewöhnlichen Glühlampen, doch amortisieren sich diese Kosten sehr bald durch Ersparnis an Stromverbrauch.

Hinsichtlich der bei Verwendung von Glühlampen zu treffenden Sicherheitsvorkehrungen ist u. a. besonders zu beachten, daß Glühlampen, welche in der Nähe von entzündlichen Stoffen angebracht werden sollen, mit Schalen, Schirmen, Schutzgläsern oder Drahtgittern versehen sein müssen, wodurch eine Berührung der Lampen mit den Stoffen vermieden wird. In explosionsgefährlichen Betriebs- und Lagerräumen sind nur im luftleeren Raume brennende und mit dichtschließenden Überglocken versehene Glühlampen zulässig.

m) Bogenlichtlampen.

Die Lichtwirkung bei der Bogenlichtlampe besteht darin, daß die Enden zweier Kohlenstäbe durch den Lichtbogen, welcher sich durch den in die Kohlenstäbe geleiteten elektrischen Strom bildet, bis zur Weißglut (zum Sieden der Kohle) erhitzt werden. Zur Herstellung der zurzeit gebräuchlichen Kohlen wird im allgemeinen ein Gemisch von Graphit, Ruß und Teer genommen. Die sog. Dochtkohle, welche in ihrer Achse einen einige Millimeter dicken porösen und besser leitenden Kern besitzt, besteht aus Graphit und Wasserglas.

Die an der positiven Kohle entwickelte Wärme ist zu 3900° C, die an der negativen Kohle zu 3000° C ermittelt, während die Wärme des Lichtbogens ca. 4000° C, die höchste auf der Erde bisher erzeugte Temperatur, aufweisen soll.

Bei Wechselstromlampen erglühen beide Kohlen gleichmäßig und brennen kegelförmig ziemlich gleichmäßig ab. Die Regelung des Abbrandes der Kohlen, d. h. die Regelung des gleichmäßigen Abstandes der Kohlenspitzen voneinander bzw. die Innehaltung einer gleichmäßigen Lichtbogenlänge, wird durch besondere Regulierwerke bewirkt.

Je nach der Art dieser Schaltungsvorrichtungen unterscheidet man: Hauptstrom-, Nebenschluß- und Differentiallampen, von welchen nur noch die beiden letzteren gebräuchlich sind. Die Nebenschlußlampe wird durch vom Hauptstrom abgezweigten Nebenstrom auf gleichbleibende Spannung an den Kohlenstäben reguliert, während die Differentiallampe auf konstanten Lichtbogenwiderstand durch die unterschiedliche Wirkung von Haupt- und Nebenstrom reguliert wird.

Für alle Zwecke (Einzel-, Serien- und Parallelschaltung) ist, ihrer Regulierungsgenauigkeit wegen, die Differentiallampe am besten geeignet.

Die Lichtwirkung der Bogenlampe ist lediglich vom Stromverbrauch, dem Kohlenmaterial und dem lichtstreuenden Mittel (der Ausstattung, Armatur der Lampe), nicht vom Regelerwerke abhängig.

Als Leuchtkraft der Bogenlampe wird im allgemeinen entweder die mittlere sphärische, d. h. die auf die ganze um den Lichtpunkt beschriebene Kugel bezogene Lichtstärke, in Hefnerkerzen oder die hemisphärische Lichtstärke, die lediglich nach unten zur Wirkung kommende Lichtfülle, angegeben, welch letztere nur auf die untere Hälfte der Lampe bezogen wird.

Bei der gewöhnlichen Gleichstromlampe erfolgt die Ausstrahlung der größten Lichtstärke in Richtungen, die etwa 40° unter der Wagerechten liegen, weshalb der Gleichstrom zur Bodenbeleuchtung sehr geeignet und vorteilhaft ist.

Bei Wechselstrombogenlicht ist hingegen die Lichtstrahlung nach unten und oben annähernd gleich groß. Die größte Lichtfülle liegt in diesem Falle 40° über und unter der Wagerechten. Demnach ist für Gleich- und Wechselstromlampen (letztere mit Reflektoren für nach unten gerichtete Strahlung) die mittlere hemisphärische Leuchtkraft etwa doppelt so groß als die mittlere sphärische. Für gewöhnliche Wechselstromlampen ohne Reflektor ist die mittlere hemisphärische Leuchtkraft nahezu gleich der mittleren sphärischen Leuchtkraft.

Bei der sowohl für Gleichstrom als auch für Wechselstrom geeigneten Dauerbrandbogenlampe — Näheres über dieselbe weiterhin —, die sich von der gewöhnlichen Bogenlampe dadurch unterscheidet, daß ihr Lichtbogen ständig von der Luft abgeschlossen ist, findet die Lichtwirkung in beinahe wagerechter Richtung statt.

Die Flammenbogenlampe, welche durch die Verwendung stark getränkter Kohlenstäbe einen großen Lichtbogen ergibt, wirft das Licht namentlich bei Benutzung eines Reflektors, unter gleichmäßiger Beleuchtung der Lampenglocke, nach unten.

Die offen brennende gewöhnliche Bogenlampe ist der für das Auge schädlichen intensiven Lichtwirkung wegen nicht ohne weiteres zur Beleuchtung von Innenräumen geeignet.

Zur Abblendung der Lichtstrahlen einerseits und zum Schutze der Lichtquelle andererseits wird die Bogenlampe mit Glocken von Alabasterglas, Opalglas, Milchglas oder dergl. versehen.

Die Alabasterglocken sind für Innenbeleuchtung aus dem Grunde zu bevorzugen, weil die Flächenbeleuchtung ohne die vielfach störenden Schatten und Lichtringe ist, wie solche bei den Opalüberfangglocken infolge der in dem Glase befindlichen unvermeidlichen Schlieren auftreten, daher die Opalüberfangglocken mehr für Außengebrauch geeignet sind. Der durch die Glocken entstehende Lichtverbrauch beträgt etwa 15 % bei Alabasterglas, 20 % bei Opalglas und 30—60 % bei Milchglas.

Die Brenndauer der Lampen ist, abgesehen von der Konstruktion der Lampen und dem Orte der Verwendung, von der Länge und Stärke der Kohlen und von der Beschaffenheit des Kohlenmaterials abhängig. Stärkere Kohlen vergrößern die Brenndauer, verringern aber die Lichtausbeute.

Da die Lichtausstrahlung sich bei offenen Bogen ungefähr in dem Maße verteilt, daß 95 % von den glühenden Kohlenspitzen, und zwar 85 % von der positiven und 10 % von der negativen Kohle und nur ca. 5 % von dem sog. Davyschen Lichtbogen herrühren, so ist zur Erzielung einer guten Lichtausbeute und eines ruhigen ungestörten Brennens die Wahl der Kohle bzw. der Kohlen-

sorte wirtschaftlich sehr wichtig. Im allgemeinen, besonders aber in solchen Fällen, die eine lange Brenndauer nicht erfordern, ist daher, um ein ruhiges Licht und erhöhte Lichtstärke bei gleichmäßig belichteter Glocke zu erhalten, die Verwendung möglichst schwacher Kohlenstifte sehr empfehlenswert.

Durch Anbringung eines Sparers — Scheibe aus Metall — an der oberen Kohle kann, wegen verringerten Zutrittes frischer Luft, der Abbrand der Kohlen um etwa 40 % vermindert, somit die Brenndauer erheblich erhöht werden.

Strom- bzw. Kraftverbrauch.

Der Stromverbrauch der in Größen von 250—3000 HK. zur Ausführung kommenden Bogenlampen beträgt etwa 1,25—0,40 Watt für die Kerze.

Zur Erzielung ruhigen Brennens werden sog. Beruhigungswiderstände eingeschaltet.

Der Stromverbrauch ist bei gewöhnlichen Gleichstromlampen (ohne Sparer) für 1 HK., bezogen auf die mittlere hemisphärische Lichtstärke und bei Stromstärken von 6—20 Ampère annähernd 0,5 Watt, bei geringerer Spannung etwa doppelt so groß. Bei Wechselstromlampen mit Reflektor ist der ungefähre Wattverbrauch für 1 HK. mit hemisphärischer Lichtstärke nach der „Hütte" =

Stromstärke Ampère	4	6	8	10	12	15	20	25
Watt für 1 HK.	1,35	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5

Die in Licht umgesetzte Energiemenge beträgt bei Bogenlichtlampen etwa 10 %, bei Glühlampen nur ca. 5 %.

n) Sonderbeleuchtungsapparate.

o) Dauerbrandbogenlampe.

Die Dauerbrandbogenlampe ist namentlich für solche Räume geeignet, in denen die Bedienung der Lampen schwierig, daher zeitraubend und kostspielig ist, außerdem ist sie für feuchte Räume und solche mit feuergefährlichem Inhalte weit geeigneter als die gewöhnlichen Lampen.

Die lange Brenndauer (u. a. etwa 130 Stunden der D. B. d. Allgem. Elektr.-Gesellschaft Berlin) wird dadurch bewirkt, daß der von einer kleinen Glasglocke eingeschlossene Lichtbogen die Luftzirkulation hindert und den Kohlenabbrand vermindert.

Die Lichtfarbe ist für das Auge angenehm und weich, wodurch die natürlichen Farben besser zur Geltung kommen.

p) Die Regina-Bogenlampe

System Rosemeyer (G. m. b. H., Köln a. Rh.) weist zurzeit unter den Bogenlampen die längste Brenndauer, 200—250 Stunden, auf,

welche dadurch erreicht wird, daß die Lampe mit dem Innenglase einen völlig abgedichteten Luftraum bildet, welcher nur durch ein unten offenes und nach unten gerichtetes Rohr mit der Außenluft in Verbindung steht. Die bedeutende Leuchtkraft (etwa 30% mehr als die der gewöhnlichen Bogenlampen) und die große Lichtausstrahlung in die Breite beruht bei der Regina-Bogenlampe auf der Umwandlung der durch das kleine Innenglas bewirkten großen Wärme in Lichtwirkung.

Infolge der flachen Lichtausstrahlung ist eine große Aufhanghöhe nicht erforderlich, weshalb selbst in niedrigen Räumen noch wirksame Ausbreitung der Helligkeit ermöglicht wird.

Der langen Brenndauer wegen ist die Bedienung für die Lampe gering.

q) Intensivflammenbogen- bzw. Effektbogenlampen.

Die bei Verwendung dieser durch Leuchtzusätze besonders präparierten Effektkohlen erzielte Lichtwirkung — bei gleichem Energieverbrauch — ist wesentlich größer als bei gewöhnlichen Bogenlampen mit normalen Kohlen, und zwar wird bei Anwendung von Gleichstrom die zwei- bis dreifache, bei Wechselstrom etwa die vierfache hemisphärische Intensität erreicht bei einem Kraftverbrauch in Höhe von 2000 Watt.

Die Anfertigung der Effektbogenlampen (Siemens-Schuckertwerke und Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft) erfolgt einmal mit schräg nach unten gerichteten Kohlen, ferner mit übereinander angeordneten Kohlen.

Die ersteren konzentrieren das Licht nach unten, daher sie besonders für Zwecke intensiver Bodenbeleuchtung geeignet sind.

In kleineren geschlossenen Räumen ist die Verwendung der Lampen durch ein der Firma Gebr. Siemens & Co., Charlottenburg, patentiertes Verfahren neuerdings ermöglicht.

r) Doppelkohlenlampen.

Bei diesen für eine längere — als normale — Brennzeit konstruierten Lampen erfolgt nach dem Abbrande des ersten Kohlenpaares der selbsttätige Vorschub eines zweiten Kohlenpaares.

s) Liliput-Bogenlampe.

Die Liliput-Bogenlampe (der Siemens-Schuckertwerke) ist eine nur etwa 31 cm hohe Gleichstrombogenlampe, bei welcher ähnlich wie bei den Dauerbrandlampen der Luftzutritt beschränkt ist, die aber nur ein einziges Glas besitzt. Der Mechanismus und die Bedienung ist außerordentlich einfach, sie ist sowohl für die Beleuchtung im Freien als von Innenräumen geeignet.

t) Indirekte Beleuchtung.

Für viele Räume ist, wie im Abschnitte Gasbeleuchtung bereits kurz erwähnt ist, eine tagesähnliche Beleuchtung im Interesse der Arbeiten bzw. der Arbeitserleichterung unbedingt erforderlich.

Zur Erfüllung dieser Forderung, welche nur durch Anwendung starker Lichtquellen bewirkt werden kann, ist das elektrische Bogenlicht von allen Beleuchtungsarten am besten geeignet, und zwar, weil durch die Verwendung besonders konstruierter Bogenlampen mit Metall-, Glas- und sonstigen Reflektoren eine gleichmäßige und schattenlose Beleuchtung mit „zerstreutem“, dem Tageslicht am meisten gleichkommendem Licht hergestellt werden kann, welche Wirkung mit keiner anderen Lichtquelle bisher erzielt ist.

Für die total indirekte, indirekte, halb indirekte oder gemischte Beleuchtung werden (von Körting & Mathiesen in Leutzsch, Siemens-Schuckertwerke, Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin u. a. m.) besondere Speziallampen angefertigt. Diese Lampen kommen, den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend, denen sie dienen sollen, mit verschiedenen Armaturen, mit Reflektoren, mit verkehrten Polen (positive Kohle der Strahlung nach der Decke wegen unten — negative Kohle oben) usw. mit großem Vorteil zur Anwendung. Auf den Wert der weißen Decke und des hellen Anstriches der oberen zwei Drittel der Wände für die vorteilhafte Wirkung der indirekten Beleuchtung sei nochmals besonders aufmerksam gemacht.

Kandelaberlampe.

Für indirekte Beleuchtung und für manche Zwecke besonders geeignet ist die Kandelaberlampe (von Lembert [Körting & Mathiesen]).

Auf einer etwa 2 m hohen Säule ist eine Bogenlampe mit großem emaillierten Reflektor in besonderer Weise befestigt. Die zu den Lampen gehörigen Leitungen werden in Fußbodenkanäle verlegt und unten in die Säulen eingeführt.

Durch Anwendung dieser Kandelaberlampe wird auch in solchen Fällen die Deckenbeleuchtung ermöglicht, wo sie der Gestaltung der Decke nach, beispielsweise bei Shed- und Satteldächern, der ungünstigen Wirkung der Reflektion wegen, bisher nicht zur Verwendung kommen konnte.

u) Reflektoren.

Eine vollkommen diffuse Beleuchtung unter möglichst geringem Lichtverlust und Vermeidung jeglicher Blendung der Augen wird durch Anwendung der sog. Oberlichtreflektoren von Hrabowski (Siemens-Schuckertwerke und S. Elster, Berlin) in günstiger Weise bewirkt.

Die durch die Reflexion der Lichtstrahlen hervorgerufene Ve stärkung wird gegenüber der gewöhnlichen Beleuchtung durch Opa glaskugeln auf mehr als das Doppelte angegeben.

Der Fächerlamellenreflektor mit in Kegelform angeordneten Lamelle scheiben von Elster, welcher seit geraumer Zeit bei elektrischen Beleuchtung anlagen mit Erfolg in Gebrauch ist, besteht aus einem durch fächerförmig a geordnete matte Glastafeln bzw. Glasringe gebildeten Scheinwerfer.

Eine bedeutende Herabsetzung der Lichtwirkung kann insbesonder bei indirekter Beleuchtung durch den Staub bewirkt werden, weshal eine sorgsame Reinhaltung und Instanderhaltung der zur Reflexio des Lichtes benützten Flächen u. a. der Decken, der Reflektoren usw wirtschaftlich geboten ist.

Die Sicherheitsvorschriften fordern von den gewöhnlichen Boge lampen u. a. Vorrichtungen, die ein Herausfallen glühender Kohle teilchen verhindern, bei Dauerbrandbogenlampen sind derartige Vo richtungen nicht erforderlich. Ferner müssen die Lampen und Laterne so gebaut sein, daß sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann.

5. Notbeleuchtung.

Die Notbeleuchtung erfolgt zweckmäßig durch Kerzen oder Ö lampen.

6. Eigenschaften und Kosten der verschiedenen Lichtquellen.

Über den Preis, den die Leuchtkraft pro Hefnerkerze und Stund für die heute gebräuchlichen Lichtquellen kostet, gibt die von Professo Dr. Lummer[1]) ermittelte photometrisch-ökonomische Reihenfolge de gebräuchlichen Lichtquellen in nachstehender Tafel Aufschluß:

Lichtart	Materialpreis ℳ	pro 1 HK. und Stunde Verbrauch	pro 1 HK. und Stunde Preis ₰
1. Gasglühlicht	1000 l = 0,13	1,7 l	0,022
2. Petroleumglühlicht	1000 g = 0,23	1,3 g	0,03
3. Bogenlicht ohne Glocke	1000 Wstd. = 0,50	1,0 Wstd.	0,05
4. Azetylenglühlicht	1000 l = 1,50	0,4 l	0,06
5. Petroleum	1000 g = 0,23	3,0 g	0,07
6. Bogenlicht mit Glocke	1000 Wstd. = 0,50	1,4 Wstd.	0,07
7. Spiritusglühlicht	1000 g = 0,35	2,5 g	0,09
8. Nernstlampe	1000 Wstd. = 0,50	2,0 Wstd.	0,10
9. Glühlampe gew.	1000 Wstd. = 0,50	2,8—4,0 Wstd.	0,14—0,20
10. Azetylenlicht	1000 l = 1,50	1,0 l	0,15
11. Gaslichtrundbrenner	1000 l = 0,13	10,0 l	0,13
12. Gaslichtschnittbrenner	1000 l = 0,13	17,0 l	0,21

1) Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung Nr. 15, 1903.

Es muß betont werden, daß die Reihenfolge nicht allgemein gültig ist, weil die Einheitspreise für die einzelnen Materialien je nach dem Orte nicht die gleichen, sondern meist sehr verschieden sind. So ist u. a. der angenommene Preis von 13 ₰ für das cbm Leuchtgas ein sehr mäßiger; wird der im allgemeinen übliche Preis von 16 ₰ für das cbm der Berechnung zugrunde gelegt, so stellen sich die Kosten pro 1 HK. und Stunde auf 0,027 ₰ statt 0,022 ₰.

Andererseits kann bei eigener Kraft- und elektrischer Anlage der Preis für die elektrische Energie bei größeren Anlagen (mindestens 100 PS.) auf 10—15 ₰, bei kleineren Anlagen auf 20—25 ₰ für die Kilowattstunde herabgemindert werden. Bei Annahme von 25 ₰ für die Kilowattstunde würden die Kosten des elektrischen Bogenlichtes mit Glocke 1 HK. und Stunde nur 0,035 ₰ betragen. Es folgt hieraus, daß ein Kostenvergleich nur einen sehr bedingten Wert hat.

Bei einem Vergleiche über die Wirtschaftlichkeit und die Vorteile der einzelnen Beleuchtungsarten ist schließlich zu beachten, daß nicht nur die Kosten pro 1 HK. und Brennstunde in Betracht zu ziehen sind, und zwar weil die Lichtquellen so verschiedene Eigenschaften in bezug auf Erzeugung von Wärme, Verschlechterung der Luft (siehe Abschnitt Lüftung), Sicherheit gegen Feuers- und Explosionsgefahr, Farbe und Intensität, Handhabung und Bedienung u. a. m. haben, daß die Kostenfrage allein nicht den Ausschlag geben kann.

Wenn es hier auch nicht der Ort sein kann, die Konkurrenzfähigkeit der einzelnen Beleuchtungsarten zu erörtern, so geziemt es sich doch wohl, diejenige Eigenschaft der Elektrizität, welcher sie ihre weite Verbreitung dankt, hier anzuführen, das ist die jederzeit mögliche bequeme Verwendbarkeit und die jederzeitige augenblickliche Dienstbereitschaft.

D. Wasserversorgung.

1. Einleitung.

Die Versorgung unserer Wohnplätze mit gutem Trink- und Brauchwasser bildet eine der wichtigsten Aufgaben der öffentlichen und privaten Gesundheitspflege. Das Wasser ist ein wichtiges Förderungsmittel für das menschliche Wohlbefinden.

2. Wasserbeschaffenheit.

Nach der Art der Verwendung des Wassers unterscheidet man Trinkwasser und Brauchwasser.

Ein gesundes gutes Trinkwasser muß klar, hell, geruchlos, wohlschmeckend und erfrischend sein, ferner darf es keine Kleinwesen (Pilze), Ammoniak, salpetrige Säure, Eisenverbindungen enthalten, auch darf die Härte nicht über 18° betragen.

Die chemische Zusammensetzung soll gleich bleiben, die Temperatur möglichst ebenfalls und nur zwischen 4—6° C schwanken.

Gesundes Trinkwasser darf weder freie Kohlensäure noch Blei enthalten, weil letzteres giftig und weil bei gleichzeitigem Vorhandensein von Kohlensäure und Luft Blei sich löst.

Verunreinigtes Trinkwasser kann dem Menschen durch Übertragung von Cholera, Typhus, Eingeweidewürmern und anderen Krankheiten sehr gefahrbringend werden. Jedes Wasser, welches als Trinkwasser verwendet werden soll, muß daher unbedingt vorher chemisch genau untersucht werden.

Das Haus- und Brauchwasser muß rein und klar erscheinen, frei von chemischen Beimengungen sein, weder üblen Geruch noch Geschmack besitzen, wenig organische Substanz aufgelöst enthalten und nach längerem Stehen keine Niederschläge bilden und geringe Härte haben.

Hartes Wasser schützt Eisenrohre vor Rost, verursacht andererseits häufig nachteilige Kalkniederschläge. Gipshaltiges Wasser bildet Kesselstein. Eisenhaltiges Wasser befördert das Wachstum von Algen und ist u. a. nachteilig für die Bleichereien, Färbereien und Papierherstellung.

Die Härte des Wassers bestimmt sich nach der Menge der in dem Wasser enthaltenen Kalk- und Magnesiasalze; und zwar wird ein Gewichtsteil Kalk in 100000 Gewichtsteilen Wasser als ein deutscher Härtegrad bezeichnet.

Wasser mit weniger als 15° Härte nennt man weich, von 20° bis 30° Härte hart, über 30° Härte sehr hart. Ein Wasser, dessen Härte 18° nicht übersteigt, ist zu allen technischen Zwecken (u. a. Kesselspeisung) noch verwendbar.

Durch bestimmte Zusätze, u. a. Soda, kann hartes Wasser weich gemacht werden.

3. Wasserbedarf.

A. Hausgebrauch.

	Liter
1. Gebrauchswasser für Wohnzwecke für den Kopf der Bewohner und für den Tag	
a) zum Trinken, Kochen, Reinigen	20— 30
b) zur Wäsche	10— 15
2. einmalige Abortspülung	5— 6
3. Stoßweise Pissoirspülung für den Stand stündlich	30
4. ein Wannenbad	300—350
5. Brausebad	20— 30
6. Hof- oder Gartensprengung für 1 qm einmal besprengte Fläche	1,5
7. für ein Pferd tränken und reinigen, ohne Stallreinigung, für den Tag	50

B. Gewerblicher Verbrauch.

	Liter
1. Brauereien, Gesamtverbrauch für das Jahr für 1 hl gebrauten Bieres, ohne Eisbereitung	500
2. zur Verwandlung von 1 kg Wolle in Tuch (Dampfmaschine, Wollwäsche, Walkerei und Rauherei, Spülen der farbigen Ware) nach Beißel	1000
3. für eine Dampfmaschinenpferdestärke in der Stunde bei Auspuffmaschinen	25
4. desgleichen bei einzylindrigen Kondensationsmaschinen	15
5. desgleichen bei Verbundmaschinen	10
6. Kühlwasser bei Gasmaschinen für 1 cbm Gas (nach Frühling)	40— 60

Die Kondensation erfordert bei kühlem Brunnenwasser etwa das 25 bis 30fache der Wassermenge, welche zur Kesselspeisung nötig ist.

Für Feuerlöschzwecke beträgt der Verbrauch für eine in Betrieb befindliche Feuerspritze minutlich 300—400 l, für eine Dampfspritze 1000—1200 l. Bei unmittelbarer Benutzung eines Feuerpfostens (Hydranten) zum Löschen beträgt der Bedarf desselben etwa 600 l in der Minute.

Der Gesamtverbrauch ist im Sommer größer als im Winter.

a) Wasserversorgung aus der Ortswasserleitung.

Die einfachste Art der Beschaffung des Wassers ist die Entnahme desselben aus der Ortswasserleitung. — In sehr vielen Fällen wird einerseits wegen Fehlens einer derartigen Anlage, andererseits wegen nicht ausreichender Leistung derselben der notwendige Bedarf an Wasser hierdurch nicht beschafft werden können, so daß entweder die Herstellung einer eigenen selbständigen Wasserleitung oder die Gewinnung eines Teiles des zum Betriebe erforderlichen Wassers notwendig wird.

b) Wasserversorgung aus eigener Wasserleitung.

Wassergewinnung.

α) Gewinnung durch Quellen.

Das in die Erdoberfläche eingedrungene Wasser nennen wir Quelle, wenn die unterirdische Wassermenge als stetig laufende Wasserader zutage tritt; verbleibt das Wasser unterirdisch, so nennen wir es Grundwasser.

Zur Erschließung der Quellen können Schlitzröhren, Sammelgänge, Stollen und Brunnen verwendet werden. In Rücksicht auf Frost und Tagwasser müssen die Quellen 1,5 bis 2 m tief in einer sog. Brunnenstube, Quellhaus, gefaßt und gegen äußere Einflüsse geschützt werden. Je nach der Bodenbeschaffenheit sind sie mit Sand- oder Geröllfang, außerdem mit Überlauf- oder Entleerungsvorrichtungen zu versehen. Die Brunnenstube ist ausreichend zu lüften.

Die Ergiebigkeit der Quellen ist durch Messungen festzustellen.

β) Gewinnung durch Grundwasser.

Das Vorhandensein von Grundwasser wird je nach seinem tiefen Stande unter der Erdoberfläche durch Aufgrabungen oder Bohrungen ermittelt, wodurch bei etwaigem Vorfinden von Wasser zugleich die Bodenbeschaffenheit und die Höhe der Wasserspiegelstände sich ergibt.

Die Feststellung, ob Gefälle vorhanden, sowie die Größe desselben wird durch Nivellement, die Strömungsgeschwindigkeit u. a. durch Einschütten von Kochsalz in die Bohrlöcher ermittelt. Guten und sicheren Aufschluß über die Ergiebigkeit eines Grundwassergebietes liefert der Betrieb eines Probebrunnens, dessen Größenbemessung, Einrichtung usw. zweckmäßig so anzuordnen ist, daß er später zur endgültigen Wassergewinnung benutzt werden kann. Die Entnahme des Grundwassers soll möglichst quer zur natürlichen Stromrichtung erfolgen.

Zur Wasserfassung dienen meist Brunnen, außerdem Stollen bzw. Sickergalerien.

Die zur Anwendung kommenden Brunnen sind entweder Schachtbrunnen (Brunnen von großem Durchmesser) oder Rohrbrunnen (Brunnen von kleinem Durchmesser).

Die Schachtbrunnen werden in den meisten Fällen aus Mauerwerk in Zementmörtel oder aus Zementstampfbeton, seltener aus gußeisernen Schachtkränzen (sog. Tubings) hergestellt, indem man das Erdreich ausschachtet oder unter Wasser ausbaggert und den Brunnen, nötigenfalls unter künstlicher Belastung, zum Senken bringt.

Soll das Wasser nicht nur durch die Sohle, sondern auch durch die Wandung des Brunnens eintreten, so empfiehlt sich die Verwendung von Lochsteinen bzw. von Schlitzröhren.

Die Rohrbrunnen werden ausschließlich aus Metall (Schmiedeeisen, Gußeisen oder Kupfer) hergestellt und durch Bohrung in das Erdreich niedergetrieben. Bei zerklüftetem Gestein erfolgt der Eintritt des Wassers in das Rohr unmittelbar durch Schlitze oder Löcher, bei feinem oder lehmigem Sande wird zu dem Zwecke vom unteren Rohrende ein besonderer Filterkorb angebracht.

Rohrbrunnen eignen sich zur Fassung ausgedehnter Grundwasserströme.

Bei größeren Fabrikanlagen und demgemäß größeren Wasserfassungen werden die Brunnen mittels Heberrohre oder Saugleitungen untereinander verbunden.

Stollen und Sickergalerien, welche aus gelochten Ton-, Zement- und Eisenrohren, sowie aus Mauerwerk hergestellt werden, finden bei geringer Mächtigkeit der wasserführenden Schichten Anwendung.

Von Brunnenanlagen sind noch die Abessynierbrunnen und artesischen Brunnen zu erwähnen.

Abessynierbrunnen (Rohr- oder Röhrenbrunnen) bestehen aus einem einfachen, mit Schrauben- oder Rammspitze versehenen 25 bis 75 mm weiten eisernen Rohre, welches unmittelbar in das Erdreich je nach der Beschaffenheit desselben eingedreht oder eingerammt wird.

nach der Höhe des Wasserstandes im Rohre wird das Pumpwerk oben Rohr oder unten in das Steigrohr gesetzt. Derartige Brunnenanlagen n der Mehrzahl der Fälle zu Vorarbeiten für Wasserversorgungsanlagen seltener vereinigt man sie in Gruppen für die Entnahme bei größeren rsorgungen.

tesische Brunnen sind eiserne Rohrbrunnen, deren Wirkung beruht, daß unter Druck stehendes Wasser, welches also von lässigen Schichten überlagert ist, durch die Brunnen zum gelangt.

c) Gewinnung aus Bächen, Flüssen und Seen.

ie unmittelbare Entnahme des Wassers aus Flüssen ist aus eitlichen Gründen wegen der meist bestehenden Verunreinigung n zu vermeiden. Die Entnahme des Wassers ist tunlichst des Wohngebietes oder an der demselben entgegengesetzten e, durch einen Zuführungskanal zu bewirken. Erfolgt die Entaus einem See, so empfiehlt sich die Einlegung eines weit in hineinragenden Gelenkrohres.

Eindringen von Schwimmstoffen, Fischen ist durch Gitter, Siebe u. dergl. ten. Die Entnahme soll nie an Schlamm ablagernden, seichten Stellen, möglichst dort, wo eine stärkere Strömung und angemessene Wasseranden ist, erfolgen.

4. Reinigung des Wassers.

a) Filtration.

Fern Bach-, Fluß- oder Seewasser nicht nur als Brauchwasser, als Trinkwasser Verwendung finden soll, muß es ausnahmslos rgfältigen Reinigung durch künstliche Filterung, gegebenen- Verbindung mit einer vorhergehenden Ablagerung (Sedimen- unterworfen werden. Eine Reinigung durch Ablagerung, (Klär-) sollte stets erfolgen, auch in dem Falle, wenn das Wasser zu ergeordneten Zwecken Verwendung finden sollte. Die Größe n bestimmt man durch den Versuch, wie lange die Sinkstoffe lagern brauchen. Der Kosten wegen läßt man die Klärbecken ffen (Klärteiche); aus gesundheitlichen wie Betriebsrücksichten aber besser, sie gegen Verunreinigungen, Witterungseinflüsse nenschein durch Eindeckung zu schützen. Man unterscheidet ken mit unterbrochenem und mit ständigem Betriebe. Bei kommt das Wasser im Becken zur vollkommenen Ruhe, bei n ist das Wasser stetig mit geringer Geschwindigkeit (etwa n der Sekunde) in Bewegung. Die erforderliche Behälterfläche letzterem kleiner.

weilen, insbesondere wenn es an Platz fehlt, werden die Klärbecken ärbrunnen ersetzt.

Die Klärung kann durch Zusetzen von Chemikalien befördert werden.

Die Filtration hat den Zweck, die in fein verteiltem Zustande im Wasser befindlichen Sinkstoffe, die kleinen tierischen und pflanzlichen Organismen auszuscheiden und die Menge der Mikroben (Bakterien) möglichst zu vermindern.

Die natürliche Filtration beruht darauf, daß man in einer gewissen Entfernung vom Ufer möglichst parallel zu demselben einen angemessen großen Sickerkanal anlegt, in welchen das Bach-, Fluß- oder Seewasser nach dem Durchströmen der zwischen Ufer- und Sickerkanal liegenden Sand- oder Kiesschichten filtriert hineingelangt. Die Art der Filtration ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit.

Die künstliche Filtration besteht darin, daß man das zu reinigende Wasser zum langsamen Durchströmen eines besonders hergerichteten Filters zwingt. Dieses besteht in den meisten Fällen aus einer Sandschicht von etwa 30—60 cm Höhe und etwa drei Schichten Kies von je ca. 10 cm Stärke und 4—6, 10—15 und mitunter 40 bis 50 mm Korngröße. Der Filtersand soll durchaus rein, scharf und nicht zu fein sein.

Eine Sandschicht von 30 cm Höhe gibt bereits ein gut filtriertes Wasser.

Die eigentliche Filtration wird nicht durch die Filtermaterialien, sondern durch die nach kurzer Zeit sich auf der Oberfläche des Filtersandes bildende dünne Schlammhaut bewirkt.

Zur Erzielung eines gut gereinigten Wassers sind Langsamkeit, Gleichmäßigkeit und Regelmäßigkeit der Filtration erforderlich. Eine größere Filtriergeschwindigkeit als 100 mm in der Stunde = 2,4 cbm gefiltertes Wasser pro qm in 24 Stunden sollte man bei Berechnung der Filtergröße nicht annehmen. Um Platz gegenüber Sandfilter zu ersparen, bezwecken die von der Aktiengesellschaft für Großfiltration in Worms a. Rh. hergestellten Filterplatten.

Die Forderung einer größten Filterfläche auf kleinstem Raume, einer zuverlässigen und leichten Reinigung der Filterfläche und des Filtermaterials ohne Auseinandernahme des Apparates und die Lieferung einwandsfreien Wassers wird durch die Kröhnkeschen Patent-Sand-Filter der Allgemeinen Städtereinigungsgesellschaft Wiesbaden erfüllt.

b) Enteisenung.

Zur Enteisenung des Grundwassers dienen verschiedene bewährte Verfahren. Im Prinzip beruht die künstliche Enteisenung auf einer beschleunigten Oxydation des in Wasser gelöst enthaltenen doppeltkohlensauren Eisenoxyduls. Diese Oxydation des löslichen Eisensalzes *wird durch* ausgiebige Lüftung erreicht.

c) Weichmachen.

Um Kesselspeisewasser weich zu machen, gibt es Einrichtungen, die von verschiedenen Firmen hergestellt werden (u. a. von Dehne, Halle a. S., P. Kyll in Köln, H. Reisert in Köln, L. Schröter in Reppen).

d) Wasserkühlanlagen (Gradierwerke).

Zur Verminderung des Wasserverbrauches, insbesondere für den Fall, daß der maschinelle Betrieb durch Kondensationsmaschinen bewirkt wird, ist die Anwendung einer Wasserkühlanlage (sogen. Gradierwerkes), wodurch ein und dasselbe Wasser durch Abkühlung immer wieder verwendet werden kann, zweckmäßig und empfehlenswert.

Zur Sicherung einer guten Wirkung, welche im Sommer und an windstillen Tagen gering ist, und um Raum für die Anlage des Gradierwerkes möglichst zu sparen, empfiehlt sich die Erzeugung einer künstlichen Luftbewegung durch Anordnung eines in der nebenstehenden Abbildung 30 dargestellten Kühlschachtes mit Schraubenradgebläse.

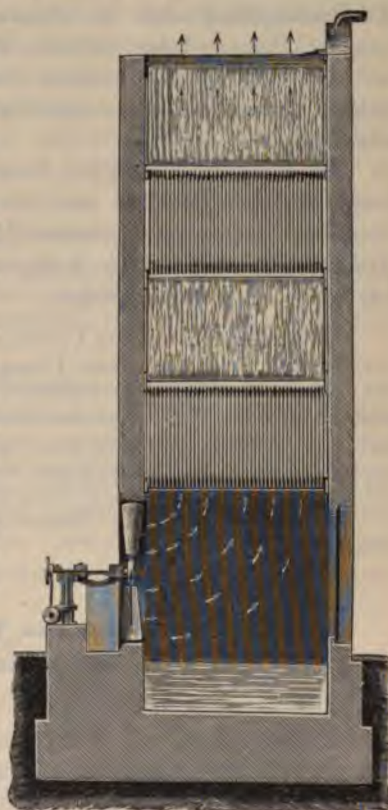


Abb. 30. Kühlschacht mit Schraubengebläse. Brodnitz & Seydel, Berlin.

Das warme, abzukühlende Wasser wird im Kühlschachte an zahlreichen Bretterwänden oder an mit grobem Tuch oder Drahtgewebe bespannten Rahmen in ganz dünnen Schichten abwärts geführt und wird während dieser Zeit durch die vom Gebläse erzeugten kräftigen Luftströme bestrichen und abgekühlt.

5. Aufspeicherung des Wassers.

Behälteranlagen.

Die bei Orts-Wasserversorgungsanlagen übliche Aufspeicherung des filtrierten Wassers in Reinwasserbehältern wird selten, nur bei sehr großen Betriebsanlagen mit starkem Wasserverbrauche notwendig werden; ein Reinwasserbrunnen wird im allgemeinen genügen.

Die Aufspeicherung und Verteilung des Wassers erfolgt durch einen besonderen sog. Hochbehälter, dessen Größe zweckmäßig nach dem Tagesbedarfe oder nach dem größten stündlichen Wasserbedarfe zu bemessen ist. Der aus Schmiedeeisen zu fertigende Behälter ist möglichst in der Mitte der mit Wasser zu versorgenden Anlage und, aus feuerlöschtechnischen Gründen, wenn möglich so hoch aufzustellen, daß im Rohrnetze ein solcher Druck vorhanden ist, durch welchen die Bekämpfung eines im höchsten Dachboden der Fabrikanlage etwa ausgebrochenen Schadenfeuers ermöglicht wird. Der Hochbehälter ist also entweder mindestens in der größten Höhe des höchsten Gebäudes unterzubringen, besser in einem besonderen erhöhten Aufbaue desselben.

Ist dieses nicht möglich, so muß ein besonderer Unterbau (Wasserturm) für den Behälter errichtet werden. Im Unter- und Erdgeschoß desselben finden dann zweckmäßig die Pump- und Betriebsmaschinen Aufstellung, während die übrigen Geschosse zu Magazinen usw. nutzbar gemacht werden können.

Erwähnenswert ist der Unterbau System Klönne-Dortmund, bei welchem der Behälter durch ein offenes Eisengerüst getragen wird.

Die Formen der Hochbehälter sind sehr mannigfaltig; bei wasserturmartigen Anlagen wird der Behälter in der Mehrzahl der Fälle als schmiedeeiserne Trommel mit durchhängendem Kugelboden oder nach Professor Intzes Patent mit stützendem Kugelboden und Gegenboden ausgeführt; weil hierdurch weniger Turm-Mauerwerk und Ansichtsfläche erforderlich wird.

Die Behälter sind mit Überlaufrohr, Entleerungsleitung und Wasserstandszeiger zu versehen.

6. Förderung des Wassers, Pumpen- und Maschinenanlagen.

Zur Hebung des Wassers aus den Brunnen dienen Pumpen verschiedener Art, u. a. Flügelpumpen, Kreiselpumpen, Dampfdruckpumpen (Pulsometer), Kolbenpumpen u. a. m. In Anbetracht der größeren Leistung, welche in bezug auf Druckhöhe (Förderhöhe) und Wassermenge bei den in Rede stehenden Wasserversorgungsanlagen gefordert wird, verdienen die Kolbenpumpen mit maschinellem Antriebe den Vorzug. Der Betrieb der Pumpen von Hand durch Hebel oder Kurbel kommt nur bei kleinen Anlagen in Betracht. Vorwiegend erfolgt der Antrieb der Pumpen durch Maschinenkräfte, wofür sich besonders eignen: Wasserkraftanlagen, Heißluftmaschinen, Gaskraftmaschinen, Benzin-, Petroleum-, Spiritusmotoren, Elektromotoren, Dampfmaschinen und Betriebe durch Kraftgas.

Der Vollständigkeit wegen seien noch die Windräder erwähnt; da indessen dieselben eine stete Inbetriebsetzung nicht gewährleisten, so wird nur ausnahmsweise von ihnen Gebrauch gemacht werden können.

a) Rohrleitungen.

Die Verteilung des Wassers vom Hochbehälter oder bei Entnahme desselben aus der Ortswasserleitung von dem in der Straße liegenden Hauptrohre erfolgt durch ein Rohrnetz, zu dessen Herstellung in der Regel Gußeisenröhren, Bleiröhren, Mantelröhren oder gut verzinkte Schmiedeeisenröhren verwendet werden. Leitungen von über 40 mm Lichtweite stellt man meist aus Gußeisenröhren, solche von geringerem Durchmesser aus Bleiröhren usw. her.

Von gußeisernen Röhren kommen im allgemeinen solche Muffen- und Flanschenröhren, sowie Formstücke zur Verwendung, welche nach den vom Verein Deutscher Gas- und Wasserfachmänner darüber aufgestellten Normalien gefertigt sind. Diese Rohre werden auf 20 Atmosphären geprüft und eignen sich für einen Betriebsdruck bis zu 10 Atmosphären (= 100 m Wassersäule).

Zum Schutze gegen Rost werden die Rohre außen und innen sorgfältig asphaltiert. Die Dichtung der Muffenrohre geschieht durch verstemmten Bleiverguß, die der Flanschenrohre unter Einfügung eines Dichtungsmittels durch Verschraubung.

Die aus gepreßtem Blei angefertigten Bleirohre oder die mit Zinnfutter versehenen Bleirohre (Mantelrohre) werden ihrer leichten Biegsamkeit, bequemen Verarbeitung und geringen Zahl ihrer Verbindungen wegen mit Vorliebe zu Wasserversorgungsanlagen verwendet. Die Stärke der Bleirohre wird nach ihrem Gewicht bestimmt. Gewöhnlich wird ein durchschnittliches Gewicht für die Längeneinheit je nach der Lichtweite, unter Voraussetzung gleichmäßiger Rohrstärke, vorgeschrieben.

Nähere Angaben hierüber nachstehend:

Weite der Bleirohre	13 mm	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm
Wandstärke der Bleirohre ...	5—6 „	6—7 „	6—7 „	7—8 „	7—8 „
Gewicht durchschnittlich	3 kg	3,5 kg	4,5 kg	5 kg	7 kg.

Die Verbindungen der Bleileitungen unter sich erfolgen mittels Lot durch Lötung; für öfters zu lösende Stellen wendet man Verschraubungen oder Flanschenverbindungen an. Sog. Wandscheiben dienen zum Anbringen der Zapfhähne. Die Verlegung sämtlicher Wasserleitungsrohre muß in werktüchtiger Weise bewirkt werden, scharfe Knicke und Biegungen sind zu vermeiden. Die Befestigung mit Rohrhaken oder Rohrschellen muß eine gute und dauerhafte sein.

Die Leitungen sind am besten frei, auf den Wänden liegend, zu verlegen; bei nicht frostfreier Lage sind sie gegen Frost durch besondere Vorkehrungen zu schützen. Sämtlichen, auch den sozusagen wagerecht verlegten Verbindungsleitungen ist Gefälle nach den senkrechten Steigeleitungen zu geben, um eine völlige Entleerung des Rohrsystems zu sichern; sog. Wassersäcke, welche bei ungenügender

Unterstützung der wagerecht verlegten Bleirohrleitungen eintreten, sind zu vermeiden. Die Versorgung des Fabrikrohrnetzes mit Wasser wird entweder durch die vom Hochbehälter ausgehende Verteilungs- bzw. Hauptleitung oder durch einen, bei größerer Fabrikanlage durch mehrere Anschlüsse desselben an das Rohrnetz der Ortswasserleitung bewirkt. Auf leichte Zugänglichkeit sämtlicher Leitungen, namentlich aber der Hauptleitungen, ist Bedacht zu nehmen.

b) Hauptabsperr-, Schieber-, Hydranten- und Hahnverschlüsse.

Um das Rohrnetz von der Wasserzufuhr völlig absperren zu können, ist in der Hauptleitung, also entweder in der Nähe des Behälters oder unweit der Grundstücksgrenze ein Hauptabsperrschieber anzuordnen.

Hinter diesem ist zweckmäßig der Wassermesser anzubringen. Um das Ausschalten des Wassermessers zu erleichtern, ist die Anbringung einer zweiten Abstellvorrichtung hinter demselben empfehlenswert.

Bei großer Ausdehnung des Rohrnetzes, wenn beispielsweise mehrere Gebäude mit Wasser versorgt werden müssen, sind je nach der Größe der Anlagen durch Zwischenschaltung von Hauptschiebern einzelne Versorgungsgebiete einzurichten, damit bei vorkommenden Ausbesserungsarbeiten eine Störung der Gesamtversorgung vermieden wird.

Behufs Entleerung des Rohrnetzes ist an geeigneter Stelle ein Entleerungshahn anzuordnen, welcher mit Sickerschacht oder mit Ableitung nach der Kanalanlage zu versehen ist.

Feuerhähne (Hydranten) sind je nach der Gefährlichkeit des Fabrikbetriebes sowohl außerhalb als innerhalb der Gebäude in ausreichender Zahl und Größe (nicht unter 50 mm Rohrdurchmesser) vorzusehen. Die Ausstattung und Größe der Schlauchkuppelungen oder Schlauchverschraubungen sollte stets zweckmäßig die gleiche sein, welche die Ortsfeuerwehr im Gebrauche hat, damit im Falle eines Brandes das von dieser mitgeführte Schlauchmaterial usw. ohne weiteres zur Anwendung kommen kann, wodurch die Schlagfertigkeit und Wirkung der Löscheinrichtungen wesentlich erhöht wird.

Aus gleichen Gründen, insbesondere um eine schnelle Inbetriebsetzung der außerhalb der Gebäude anzubringenden Hydranten sicherzustellen, ist die Herrichtung ausschließlich von Oberflurhydranten geboten. Jeder Hydrant ist mit Anstellschlüssel, genügendem Schlauchmaterial, innen gummiertem Hanf- oder Flachsschlauch, und mit einem mit Absperrvorrichtung versehenen Strahlrohr auszurüsten. Diese Gegenstände sind entweder am Feuerhahn selbst oder in möglichster Nähe desselben in geschützter Weise unterzubringen.

c) **Der Wasserleitungsentlüfter**

bewirkt in vollkommen selbsttätiger Weise die Entfernung der in den Steigeleitungen sich ansammelnden Luft und dient auch zum Entwässern solcher Leitungen als Schutz gegen Einfrieren.

Zur Entnahme des Wassers aus den Leitungen dienen vornehmlich die Niederschraubhähne mit Gummischeibendichtung; nächstdem finden die Niederschraubventilhähne mit Stopfbüchsendichtung vielfach Anwendung. Durch die mehrfachen Richtungsänderungen, zu welchen das Wasser beim Durchströmen dieser Hähne gezwungen wird, entsteht ein größerer Druckverlust, welcher bei Anwendung eines Hahnes mit Ventilconus vermieden werden kann. Andererseits bieten aber die Niederschraubhähne und Niederschraubventilhähne den Vorteil, daß beim schnellen Schließen einer Entnahmestelle die sehr nachteiligen Wasserschläge in den Leitungen, durch welche leicht Schädigungen derselben veranlaßt werden können, vermieden werden.

E. Abwässerbeseitigung und Reinigung der Abwässer.

1. Einleitung.

Eine der wichtigsten und vornehmsten Aufgaben unserer Gesundheitspflege ist die Entfernung und Unschädlichmachung der Haus- und Fabrikabwässer und eine hygienisch einwandsfreie Beseitigung der menschlichen Abgänge.

Diesen Zwecken dienen die Kanalisation und die Reinigung der Abwässer.

2. Art der Abwässer.

Zur Entfernung aus den menschlichen Wohnstätten und gewerblichen Betrieben durch Abschwemmen gelangen:

1. Das Meteorwasser (Schnee- und Regenwasser).
2. Das Wirtschaftswasser (Haus- und Brauchwasser).
3. Das Gewerbe- und Fabrikwasser.

Bei Wasserabortanlagen:

4. Das Fäkalwasser (die verdünnten, festen und flüssigen Auswurfstoffe der Menschen).

Das Gemisch der unter 1 bis 4 aufgeführten Wässer bezeichnet man schlechtweg als „Abwässer".

Je nach der Bodenbeschaffenheit des Terrains kommt noch das Grundwasser hinzu, welches dem Untergrunde zwecks Trockenlegung entzogen wird. Ferner ist bei den mit Kondensation ausgerüsteten Dampfmaschinenanlagen das Kondenswasser zu berücksichtigen.

3. Art der Abführung.

Die unterirdische Abführung kann entweder für die gesamten Abwässer in einem gemeinschaftlichen Kanale bewirkt werden, in welchem Falle man von Schwemmkanalisation (Schwemm-, Sammel- oder Mischsystem) redet, oder es können einzelne Abwässersorten in gesonderten Leitungen oder auch in anderer Weise abgeführt werden.

Die Bezeichnung Trennkanalisation oder Trennsystem wird meist in dem Falle bei Kanalisationsanlagen angewendet, wenn das Meteorwasser von allem übrigen Abwasser in einem besonderen Kanale, getrennt, zur Abführung gebracht wird.

Trennkanalisation, d. h. die gesonderte Abführung der Schmutz- und Fabrikwässer, und bei vorhandener Wasserabortanlage die Ableitung der Fäkalwässer, ist überall dort geboten, wo keine geeignete Vorflut oder unschädliche Abführung der fraglichen Abwässer möglich ist, also wenn eine Reinigung bzw. Unterbringung auf dem eigenen Grund und Boden notwendig, oder wenn vor Einleitung in Bäche, Flüsse oder Seen usw. eine angemessene Reinigung behördlicherseits verlangt wird.

Die reinen Wässer, u. a. die Meteorwässer und die von mitgerissenem Öl gereinigten Kondenswässer können zweckmäßig alsdann entweder in unterirdisch anzulegende wasserdichte und mit Entlüftung zu versehende Behälter gesammelt und nach Abklärung usw. zum Fabrikbetriebe verwendet werden, oder es werden die Meteorwässer, wenn solches möglich ist, oberirdisch abgeleitet. Die Kosten für eine Abwässerreinigungsanlage werden in solchem Falle wesentlich geringer. Entscheidend für die Frage, ob Trennkanalisation einzurichten ist oder nicht, ist vornehmlich der Kostenpunkt.

Kann die Abführung der Abwässer usw. durch Anschluß an eine vorhandene Orts-Entwässerungsanlage bewirkt werden, so gelten hierfür die darüber erlassenen ortsstatutarischen Bestimmungen.

4. Menge der Wässer.

Die Menge der Wirtschafts-, Gewerbe- und Fabrikwässer bestimmt sich am besten durch den von dem Wassermesser der Wasserversorgungsanlage angezeigten Wasserverbrauch, dem das aus anderen Wasserschöpfstellen entnommene Wasser zuzusetzen ist. Diese Wassermenge ist um die Größe des Verbrauchs bzw. Verlustes zu vermindern, welche durch die Art des Betriebes usw. entsteht.

Die für die Größenbemessung der Kanalanlagen zu berücksichtigende Regenwassermenge, bestimmt sich aus der Intensität eines *Dauersturzregens*, der Art der Bebauung, der Befestigung der Hof-

und sonstigen Anlagen, und der Neigung des Geländes. Je undurchlässiger die Hofflächen, je steiler der Abfall dieser und der Dachflächen ist, je schneller und je größer ist der Ablauf des Wassers. Die Größe der atmosphärischen Niederschläge wird durch Regenmesser ermittelt. Die näheren Angaben über die Regenhöhen, auch über einzelne starke Regenfälle (Sturzregen) sind von der Ortsbehörde oder von den meteorologischen Hauptämtern der betreffenden Staaten herbeizuführen.

Im allgemeinen ist für deutsche Städte usw. ein Regen von 12 mm Höhe mit 100 Sekundenliter Mächtigkeit während 20 Minuten Dauer der stärkste, welcher der Berechnung der Kanalanlagen zugrunde gelegt wird.

Die Größe der Kondenswassermenge bestimmt sich aus der Leistung der Dampfmaschine.

Die Fäkalwässer können, sofern Wasseraborte eingerichtet sind, bei der zur Berechnung der Größe der Kanalanlagen notwendigen Ermittelung der abzuführenden Gesamtwassermenge unberücksichtigt bleiben.

a) Ermittelung der Kanalprofile.

Nach Feststellung der durch die verschiedenen Kanalleitungen abzuführenden Wassermengen berechnet man die erforderliche Größe der Kanäle nach der abgekürzten Formel

$$Q = K \cdot F \cdot \sqrt{R \cdot I}.$$

Hierin bedeutet:

Q die abgeführte sekundliche Wassermenge in cbm.

K den Geschwindigkeitsbeiwert.

F die Querschnittsfläche der in der Kanalleitung abfließenden Wassermenge in qm.

$R = \frac{F}{p}$ den hydraulischen Radius.

p den vom Kanalwasser benetzten Teil des Leitungsquerschnittes.

$J = \frac{h}{l}$ das Wasserspiegelgefälle der Kanalleitung.

h den Höhenunterschied (die Druckhöhe) in m zwischen dem oberen und unteren Wasserspiegel der Kanalstrecke.

l die Länge der Kanalstrecke in m.

Zur bequemen Berechnung dieses Ausdruckes bzw. der Kanalquerschnitte dienen Tabellen, welche entweder in Zahlen berechnet oder zeichnerisch aufgetragen sind. Dieser Hinweis muß hier genügen, weil ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand zu weit führen würde.

b) Anordnung und Querschnittsformen der Kanalleitungen.

Die Kanalanlagen sind derartig anzuordnen, daß die Ableitung der Abwässer auf kürzestem Wege und mit ausreichendem Gefälle bewirkt wird. Richtungsänderungen sind stets schleifenförmig, bzw. mittels Bögen zu bewirken. Rechtwinkelige Einmündung einer Kanal-

leitung in eine andere, ob in wagerechter oder senkrechter Lage, ist unzulässig, sondern es sind bei Rohrleitungen zur Einmündung Rohre mit schiefwinkeligen Abzweigen und Bögen zu verwenden.

Kanalrohrleitungen sollen sich in der Richtung des Gefälles nicht verengern.

Die Zusammenführung von zwei oder mehreren Kanälen soll im Interesse einer ungehinderten Abführung des Wassers tunlichst tangential erfolgen.

Die Querschnittsform der Kanalleitung soll einen möglichst großen Wert des hydraulischen Radius (Wasserquerschnitt dividiert durch den benetzten Umfang) und damit eine möglichst große Geschwindigkeit ergeben.

Dieser Forderung entspricht am vollkommensten die Eiform auf spitzem Ende, weil sie beim Führen geringer Wassermenge die größte Füllhöhe bzw. Schwimmtiefe ergibt; daher Ablagerungen usw. sicherer vermieden werden als bei Profilen mit weniger gekrümmter Sohle.

Die gebräuchlichste Querschnittsform, insbesondere für Hauskanalanlagen, ist die Kreisform.

Die sog. Maulform findet zweckmäßig da Anwendung, wo große Wassermengen bei geringer Füllhöhe des Kanales abgeführt werden müssen.

c) Gefälle und Tiefenlage und Weite der Kanalanlagen.

Gefälle und Tiefenlage der Kanalanlage wird durch die Höhenlage der Einmündungsstelle in die Vorflut bedingt.

Liegt diese beispielsweise hoch, müssen andererseits die Entwässerungsanlagen des Betriebes wegen in größerer Tiefe angeordnet werden, so wird für einen Teil oder für die gesamten Abwässer die künstliche Hebung der Kanalwässer erforderlich. Der hierdurch entstehenden Betriebskosten wegen ist diese Anordnung möglichst zu vermeiden, weshalb bei den Entwurfsarbeiten der Fabrikanlage hierauf bereits Bedacht zu nehmen ist.

Zur Feststellung der Tiefenlage sind die tiefsten zu entwässernden Stellen bzw. die Höhenlage der niedrigst liegenden Ausgüsse, Bodenabläufe usw. zu ermitteln, und sind die Kanäle so tief anzuordnen, daß ihr Wasserspiegel bei größter Beanspruchung (bei stärkstem Regen bzw. bei stärkstem Ablaufe) keinen nachteiligen Rückstau ausüben kann. Den außerhalb der Gebäude zu verlegenden Kanalleitungen ist eine Erddeckung von 1,0 m über Kanaloberkante zu geben.

Das Gefälle der Kanalleitungen soll, wenn möglich, gleichmäßig sein und für Nebenleitungen tunlichst nicht weniger als 1:50 betragen; geringere Gefälle als 1 : 100 sind für Nebenleitungen nur aus

nahmsweise anzuwenden; in der Richtung des Abflusses darf sich das Gefälle dieser Leitungen nicht vermindern.

Den Hauptkanalleitungen, welche zur Abführung größerer Wassermengen dienen, können geringere Gefälle je nach der Profilgröße 1:200 bis 1:1000 gegeben werden, in welchem Fall zu ihrer Reinhaltung von Ablagerungen usw. alsdann die Herstellung von Reinigungs-Einsteigeschächten erforderlich wird.

Die geringste Lichtweite einer Hauptleitung soll, gutes Gefälle vorausgesetzt, mindestens 15 cm betragen, als geringste Rohrweite für Nebenleitungen sind 10 bis 13 cm anzunehmen. Kanalleitungen, welche die Fäkalwässer von Wasseraborten aufnehmen, sollen stets mindestens 15 cm Weite besitzen.

d) Baustoffe der Kanalanlagen.

Sämtliche Kanalanlagen müssen völlig undurchlässig, genügend fest und widerstandsfähig gegen die Einwirkung der Abwässer und der von denselben etwa mitgeführten Sinkstoffe sein. Die Wandungen der Kanäle sollen zur Herabminderung der Bewegungswiderstände des ablaufenden Wassers möglichst glatt und ohne Unebenheiten sein.

In Anbetracht der unterirdischen, schwer zugänglichen Lage der Kanalanlagen, welche die Entdeckung und Beseitigung etwaiger Schäden sehr schwierig und kostspielig macht, ferner in Rücksicht auf die großen Nachteile, welche eine etwaige Störung des Wasserablaufes für den Fabrikbetrieb im Gefolge haben kann, ist es durchaus geboten, bei der Herstellung von Kanalanlagen besondere Sorgfalt und nur bestes Material zu verwenden.

In Betracht kommen für Gebäudekanalanlagen: Steinzeugröhren, gußeiserne Rohre, Bleirohre, für größere Ableitungskanäle außer Steinzeugröhren, Ziegelsteinmauerwerk in Zementmörtel und Stampfbeton.

Die hartgebrannten, durch und durch gesinterten Steinzeugröhren (nicht Steingutröhren) sind von fast unbemessener Dauer gegen die Angriffe der Abwässer, selbst wenn diese einen Überschuß an freien Säuren, Alkalien oder Salzen aufweisen, wie dieses namentlich bei gewerblichen Betrieben nicht selten vorkommt; ihre Wandungen besitzen einen hohen Grad von Glätte. Ihre Anfertigung erfolgt meist in Kreisform, weniger (des „Verziehens“ wegen) in Eiform, und zwar bis zu 800 mm bzw. 900/600 mm Lichtweite. Für Zweig- und Hauptleitungen (u. a. Straßenkanäle) sind sie vorzüglich geeignet.

Die Dichtung der mit Muffen versehenen Rohre sollte ausschließlich durch Verguß mit flüssig gemachtem Asphaltkitt bewirkt werden, weil diese Dichtung ihrer völligen Undurchlässigkeit, ihrer Widerstandsfähigkeit Säuren gegenüber, ihrer elastischen Nachgiebigkeit

wegen vor allen anderen bisher bekannten Dichtungsmaterialien den Vorzug verdient.

Die Tonrohre müssen von gleichmäßigem Querschnitt (kreisrund oder eiförmig), von dichtem Gefüge, vollständig bis zur Sinterung durchgebrannt, glatter Oberfläche, für Wasser undurchdringlich, frei von Luftblasen, Kalkteilen, Feuersprüngen und anderen Fehlern und außen und innen mit einer Salzglasur versehen sein.

Die Muffen müssen genau konzentrisch den Rohren angepreßt, dürfen unter keinen Umständen an die halbgetrockneten Rohre angeschlickert sein. Die Tonrohre müssen

bei einer Lichtweite von	100	150	200	250	300 mm
eine Wandstärke von	15	18	20	23	26 mm

besitzen.

Die zu Grundleitungen zu verwendenden Gußeisenrohre müssen schwere Muffenrohre (event. Flanschrohre) sein und den vom Verein deutscher Ingenieure und vom Verein deutscher Gas- und Wasserfachmänner darüber aufgestellten Normalien entsprechen. Die Rohre sollen von gleichmäßiger Wandstärke, im Bruch dicht und feinkörnig, innen und außen mit Asphaltfirnis sorgfältig überzogen sein. Die Dichtung erfolgt wie die der Wasserleitungsrohre (s. Abschnitt Wasserversorgung). Wo Rohre frei zu liegen kommen, u. a. in Kellerräumen, sind sie mit eisernen Haken, Rohrschellen oder Stützen gut und dauerhaft zu befestigen.

In der Regel werden die gußeisernen Abflußrohre meist für freiliegende (aufgehängte), Steinzeugrohre für eingegrabene Kanalanlagen verwendet.

Für die Fallrohre der Wasserspülaborte, der Waschküche, der Badeeinrichtungen sind mittelschwere Gußeisenrohre zu verwenden, d. h. Rohre, welche eine durch Gewichtsprobe nachzuweisende Wandstärke von 6 bis 8 mm besitzen.

Die übrigen Fallrohre können aus innen und außen asphaltierten leichten Gußeisenrohren (sog. schottischen Rohren), aus Schmiedeeisen- oder Bleirohren bestehen.

Die leichten gußeisernen (schottischen) Rohre müssen eine Wandstärke von 5 bis 6 mm besitzen. Die Schmiedeeisenrohre müssen innen und außen zum Schutz gegen Rost sorgfältig und dauerhaft verzinkt sein. Die Bleirohre müssen dicht sein, kreisförmigen Querschnitt haben und muß ein laufendes Meter

bei einer Lichtweite von..........	30	35	40	45	50	60 mm
mindestens	3,6	4,8	6,3	7,0	8,7	11,6 kg

schwer sein.

Größere (Vorflut-)Kanäle, d. h. Kanäle von solchem Querschnitte, welche durch Tonrohre nicht mehr hergestellt werden können, werden entweder aus hartgebrannten, klinkerartigen Ziegelsteinen in Zementmörtel oder aus Beton und zwar aus Stampfbetonrohren hergestellt oder in der Baugrube aus Betonmaterialien besonders gestampft. Die Betonkanäle sind zur Abführung gewerblicher Abwässer nur mit Vorsicht zu verwenden, weil durch die Einwirkung von Säuren und Alkalien die Kanalwandungen derartiger Kanäle nachgewiesenermaßen eine Zerstörung erleiden. Anstriche bzw. Auskleidungen von Gudron oder Asphalt vermindern zwar die zerstörende Wirkung der säurehaltigen Abwässer, beseitigen sie aber nicht vollständig. Ein durchaus wirksamer Schutz gegen die nachteilige Einwirkung saurer Wässer usw. wird durch die Bekleidung der Kanalsohle und der unteren Teile der Kanalwandungen, bis etwa in Höhe des Brauchwasserabflusses, mit Schalen aus hartgebrannten und innenseitig glasiertem Steinzeug erreicht.

Stampfbetonrohre von großem Querschnitte erhalten zur Verstärkung Eiseneinlagen. Die Verbindung der Betonrohre geschieht durch Falze, ihre Dichtung durch besten Zementmörtel. Die Lieferung fertiger Rohre sollte stets nur zuverlässigen Firmen übertragen werden, weil ein aus minderwertigen Materialien gefertigtes Rohr nicht ohne weiteres sich von guter Ware unterscheidet.


Abb. 31. Aufriß.

5. Sonderanlagen.

a) Einsteigeschächte.

Bei längeren Hauptleitungen, namentlich aber wenn diese mit schwachem Gefälle verlegt werden müssen, empfiehlt es sich, auf Längen von 40 bis 50 m einen Einsteigeschacht anzulegen, welcher zum Nachsehen, Durchleuchten, Reinigen, Bürsten usw. der Kanalanlage dient. Die Einsteigeschächte, Abbildung 31 und 32, sind zweckmäßig an allen Bruchpunkten (Winkelpunkten), an Abzweigstellen, kurz da anzuordnen, wo aus betriebstechnischen Gründen eine Überwachung und Sicherung des Wasserablaufes geboten erscheint. Die vorteilhaft aus Betonringen herzustellenden Schächte erhalten eine lichte Weite von etwa 0,90 m und werden im oberen Teile durch einen besonderen Schachtaufsatz auf 0,55 m zusammengezogen. Die Abdeckung dieser Öffnung geschieht in den meisten Fällen durch für diesen Zweck besonders gefertigte abhebbare gußeiserne


Abb. 32. Grundriß.
Einsteigeschacht.
B. Liebold & Co., A.-G., Holzminden.

Kanalschachtabdeckungen, welche in vielseitiger Ausführung im Handel sind. Die Schächte können auch aus hartgebrannten Ziegelsteinen, sog. Brunnensteinen, in Zementmörtel gefertigt werden. Die billigeren Lampenlöcher sind an Stelle von Einsteigeschächten da anzuordnen, wo gleichfalls eine wiederholte Besichtigung der Kanalanlage wünschenswert oder notwendig, eine Reinigung usw. jedoch nicht erforderlich ist.

Die Kanalsohle wird in den Schächten und Lampenlöchern ohne Unterbrechung glatt durchgeführt, die früher in den Schächten angeordneten Schlammfänge sind aus gesundheitlichen Gründen zu vermeiden; aus gleichem Grunde und um Schmutzablagerungen zu verhüten, sind die Kanalprofile bis zur halben Höhe ihrer Größe in den Schächten durchzuführen.

Ähnliche auch im Innern der Gebäude zweckmäßig zu treffende Einrichtungen sind der jeweiligen Örtlichkeit usw. daselbst anzupassen.

b) Spülanlagen und Reinigung der Kanäle.

Von großer Wichtigkeit für den ungehinderten Wasserablauf ist die Reinhaltung der Kanalanlagen. Je nach der Beschaffenheit der Abwässer, ob dünn- oder dickflüssig usw., und je nach der Größe des Gefälles der Kanäle bzw. je nach der hieraus sich ergebenden Geschwindigkeit bilden sich Ablagerungen in den Kanälen, deren Beseitigung zweckdienlich durch Spülanlagen erfolgt. Diese sind an den oberen Enden solcher Leitungen anzuordnen, welche der Gefahr von Ablagerungen und daraus sich ergebenden Verstopfungen ausgesetzt sind. Am besten eignen sich hierzu selbsttätige Spülvorrichtungen, bei denen in einem besonderen Schachte eine dem Bedarfe entsprechende Wassermenge (1 bis 3 cbm oder auch mehr) aufgespeichert und durch eine besondere Vorrichtung plötzlich in den Kanal entleert wird.

Gegebenenfalls kann die Spülung auch durch von Hand bediente Vorrichtungen, Handschieber, Spültüren usw. bewirkt werden.

In manchen Fällen werden weniger verschmutzte gewerbliche Abwässer, Kondenswässer usw. zu Spülzwecken Verwendung finden können.

Bei unzureichender Wirkung von Spülanlagen erfolgt die Reinhaltung bzw. die Beseitigung von Ablagerungen, Sinkstoffen usw. bei nicht schlupfbaren Kanälen, also bei Rohrkanälen, in der Weise, daß von Schacht zu Schacht (gegebenenfalls von Lampenloch zu Lampenloch) mit Hilfe eines Schwimmers (Korkes) und unter Verstärkung des Wasserablaufes durch Spülwasser ein geölter Bindfaden durch den Kanal geführt und an dem ein Tau mit daran befestigter Kanalbürste nachgezogen wird.

Gut ausgebildete, brauchbare Räumungswerkzeuge für Reinhaltung von Kanalanlagen sind gleichfalls im Handel zu haben.

c) Lüftungsanlagen.

Jede Kanalanlage ist ausreichend zu lüften, um die auch in einem gut angelegten Hauskanalnetze auftretende Kanalluft bzw. die sich bildenden Kanalgase zu verdünnen und durch Oxydation unschädlich zu machen, als auch um eine Spannung dieser Gase im Kanalnetze zu verhindern.

Eine gute Lüftung bzw. ein beständiger Luftwechsel im Kanalnetze wird dadurch erreicht, daß man sämtliche Fallrohre in derselben Weite und möglichst ohne Krümmung bis über Dach emporführt und daß man an geeigneten, nicht überbauten Stellen Öffnungen für den Eintritt der Luft in die Grundleitung vorsieht. Um die Wirksamkeit der als Lüftungsrohre dienenden Fallrohre zu erhöhen, sind dieselben, wo tunlich, in die Nähe von Schornsteinrohren, Heizrohren usw. zu legen.

Bei weit verzweigtem Kanalnetze werden außer den Fallröhren oft noch besondere Lüftungsrohre notwendig.

Um ein Leersaugen der Wasserverschlüsse bzw. Geruchverschlüsse von Ausgußspülbecken usw. zu verhindern, welches durch die hinter der geschlossenen Wasserfallmasse entstehende Luftverdünnung hervorgerufen wird, müssen die höchsten Punkte dieser Verschlüsse entweder mit dem zugehörigen Abfallrohr verbunden oder an ein besonderes über Dach zu führendes Entlüftungsrohr angeschlossen werden.

d) Geruch- bzw. Wasserverschlüsse.

Zur Verhinderung des Austretens von Kanalluft bzw. Kanalgasen aus den Kanalanlagen in die Haus- und Fabrikräume dienen Geruch- bzw. Wasserverschlüsse, welche an allen Einlaufstellen von Haus- und gewerblichen Abwässern in das Kanalnetz anzubringen sind. Diese Geruch- bzw. Wasserverschlüsse sind Vorrichtungen, durch welche die in den Kanalleitungen befindliche Luft durch eine mehr oder minder hohe Wassersäule von der Außenluft bzw. Raumluft abgeschlossen wird. In der Ausbildung dieser Wasserverschlüsse besteht eine große Mannigfaltigkeit.

Die Höhe des Wasserverschlusses wird sehr häufig viel zu gering bemessen.

Gute Wasserverschlüsse für Abläufe von Ausgußspülbecken usw. müssen einen den Verschluß bildenden Wasserstand von mindestens 10 cm Höhe haben und durch eine an der tiefsten Stelle angebrachte dicht verschließbare Öffnung oder in sonstiger Weise leicht zu reinigen sein.

e) Rückstauverschlüsse.

Rückstauverschlüsse sind in solchen tiefgelegenen Räumen anzuordnen, wo die Möglichkeit des Austrittes von Kanalwasser aus Abläufen u. dergl. und die Gefahr der Überschwemmung dieser Räume bei heftigen Regenfällen besteht. Die Anordnung der Rückstauverschlüsse ist gleichfalls sehr mannigfaltig; der wirksame Verschluß wird entweder durch eine selbsttätige Rückstauklappe, ein Kugelventil oder dergleichen oder durch einen von Hand zu stellenden Schieber bewirkt (Abb. 33).

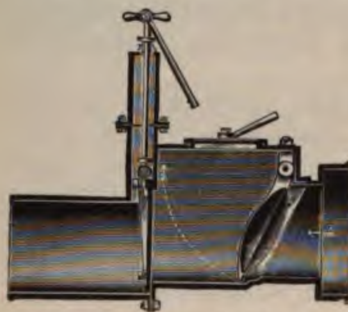


Abb. 33. Selbsttätiges Rückstauventil, kombiniert mit Absperrschieber. Heinr. Feldtmann, Hamburg.

Volle Sicherheit bieten nur die Einrichtungen mit Schieber.

Zu beachten ist, daß alle die im Inneren der Gebäude verlegten Kanalleitungen, die bei stärkeren Regenfällen unter Rückstau zu stehen kommen, des starken Wasserdruckes wegen zweckmäßig am besten aus Gußeisenrohren hergestellt werden.

f) Schlammfänge, Sinkkasten, Fettfangvorrichtungen.

Eine unmittelbare Aufnahme der Haus- und gewerblichen Abwässer in die Kanalleitungen ist wegen der dadurch entstehenden groben Verunreinigungen nicht angängig. Aus diesem Grunde müssen Vorrichtungen angebracht werden, welche verhindern, daß feste oder an den Kanalleitungen anhaftende, klebrige Stoffe oder sonst schädliche Körper in die Kanalanlagen gelangen, weil dadurch in denselben leicht Ablagerungen und Verstopfungen verursacht, der Wasserablauf gehindert und Betriebsstörungen somit leicht veranlaßt werden können. Demgemäß sind je nach dem besonders vorliegenden Bedürfnis, nach der Art der Abwässer usw. Schlammfänge, Sinkkasten, Fettöpfe u. dergl. einzuschalten.

Die Anwendung dieser Vorrichtungen ist derart, daß die Abwässer nach dem Durchströmen eines Siebes oder Gitters in einen mehr oder minder großen Behälter gelangen, dessen Sohle gleichfalls mehr oder minder tief unter der Sohle des Abschlußrohres angeordnet ist. In diesem Behälter lagern sich die Sinkstoffe und sonstigen Verunreinigungen infolge der verminderten Geschwindigkeit des ablaufenden Wassers ab; die fettigen, öligen Stoffe usw. werden durch Einschaltung einer oder mehrerer Eintauchplatten oder ähnlicher Vorrichtungen hier zurückgehalten.

Diese zur Vorreinigung der häuslichen und gewerblichen Abwässer dienenden Vorrichtungen sind sehr mannigfacher Art und meist mit einem leicht zu reinigenden Wasserverschluß versehen. Die nebenstehenden Abbildungen 34 und 35 stellen einen freistehenden Schlamm- bzw. Fettfänger dar.

Die gute und zuverlässige Wirksamkeit dieser Schutzvorkehrungen hängt natürlich von der Wartung und Reinigung derselben ab, aus welchem Grunde eine sorgfältige Aufsicht über die gewissenhafte Vornahme dieser Reinigungsarbeiten im Interesse des ungestörten Betriebes der Kanalanlagen dringend notwendig ist. Bezüglich der Anordnung der Einlässe bzw. Sinkkasten für Regenwasser in Höfen ist zu beachten, daß diese möglichst entfernt von Lichtschächten der Untergeschoß- oder Kellerfenster angelegt werden, weil im Falle einer Hinderung im Wasserablaufe leicht eine Überflutung dieser Lichtgräben veranlaßt werden kann. Aus diesem Grunde sind die Abdeckungen dieser Lichtgräben bzw. Lichtschächte gegen die Hoffläche etwas erhöht anzulegen.



E = Einlauf. A = Auslauf.
Abb. 34. Aufriß.



Abb. 35. Obere Ansicht.
Freistehender Schlamm- bzw. Fettfänger.
Heinr. Feldtmann, Hamburg.

6. Reinigung der Abwässer.

I. Allgemeines.

Die einfachste und bequemste Beseitigung der gewerblichen Abwässer ist der Einlaß derselben in die Bäche, Flüsse oder Seen. In früherer Zeit war dieses Verfahren das einzig bekannte und allgemein übliche und wird bis auf die neueste Zeit geübt, wenngleich die durch die Verunreinigung der öffentlichen Wässer hervorgerufenen Schädigungen der öffentlichen Gesundheitspflege von keiner Seite mehr bezweifelt werden. — Wenn nun auch jedes Wasser, insbesondere das fließende Wasser, imstande ist, eine gewisse Menge der abzuleitenden Abwässer unschädlich zu machen, so hört diese Selbstreinigung der verunreinigten Wasserläufe auf, sobald eine Übersättigung derselben durch Verunreinigungen stattfindet. Die hieraus sich ergebenden mißlichen Zustände unserer Wasserläufe zwingen daher die Gemeinden und Private mehr und mehr, die auf ihrem Gebiete entstehenden Abwässer in einen hygienisch einwandfreien Zustand zu versetzen, bevor sie dem Vorfluter zugeführt werden.

Gesetzliche Bestimmungen betreffend die Verunreinigung der Flüsse besitzt zurzeit nur das Königreich Württemberg, und zwar ein be-

sonderes Wassergesetz seit dem 1. Dezember 1900 und im Anschlusse hieran eine Ministerialverfügung vom 16. November 1901, den Vollzug dieses Gesetzes betreffend. Im Königreich Preußen haben die Ministerien der Landwirtschaft, des Handels, der öffentlichen und der Medizinalangelegenheiten unter dem 20. Februar 1901 eine allgemeine Verordnung[1]) betreffend die Fürsorge für die Reinhaltung der Gewässer erlassen. In demselben werden in sechs Abschnitten diejenigen Maßnahmen angegeben, welche auf Grund der bestehenden Gesetzgebung schon jetzt zur Beseitigung der aus der Verunreinigung der Flüsse sich ergebenden Übelstände ergriffen werden können.

In den übrigen deutschen Bundesstaaten sind die bezüglich der Reinhaltung der Flüsse bestehenden Bestimmungen entweder durch allgemeine Wassergesetze oder durch besondere Verordnungen geregelt.

Bei der Behandlung der Frage, unter welchen Bedingungen der Einlauf gewerblicher Abwässer in die Wasserläufe gestattet werden kann, ist, wie die angeführte Verfügung vom 20. Februar 1901 ausdrücklich vorschreibt, nur von Fall zu Fall nach Maßgabe der obwaltenden örtlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse unter billiger Abwägung widerstreitender Interessen zu verfahren, wobei die verschiedenen wirtschaftlichen Interessen, insbesondere die der Landwirtschaft und Industrie, im Gegensatz als gleichwertig zu behandeln sind. Nach den der Verordnung beigefügten, nach dem derzeitigen Stande der Wissenschaft aufgestellten Grundsätzen für die Einleitung von Abwässern in Vorfluter (Wasserläufe und stehende Gewässer) ist besonders hervorzuheben, daß bei der Beurteilung der Zulässigkeit oder Unzulässigkeit der Einführung von Abwässern in die Vorfluter an erster Stelle die Menge und Beschaffenheit der Abwässer einerseits und die Wasserführung und Beschaffenheit des Vorfluters andererseits maßgebend sind. Allgemein gültige feste Verhältniszahlen für die Mengen gibt es nicht. Günstige Verhältnisse der Vorfluter, weil sie die Selbstreinigung fördern, sind im allgemeinen große Wassermenge, hohe Stromgeschwindigkeit, kiesiges Bett, glatte feste Ufer und Zuflüsse von Grundwasser oder anderen reinen Wässern; ungünstige Verhältnisse sind dagegen geringe Wassermenge, fehlende Wasserbewegung, geringe oder wechselnde Stromgeschwindigkeit, Stauungen, schlammiges Bett, buchtenreiches Ufer, bereits vorhandene Verunreinigungen und unreine Zuflüsse. Bei unzureichender Selbstreinigung der Wasserläufe ist eine künstliche Reinigung der Abwässer erforderlich.

---

1) Die Fürsorge für die Reinhaltung der Gewässer auf Grund der Allgemeinen Verfügung vom 20. Februar 1901 auf amtliche Veranlassung erläutert von Dr. F. Holtz, Reg.-Assessor. Berlin, Carl Heymanns Verlag, 1902.

Beschaffenheit der Abwässer, Art der Abwässerreinigung.

Die Beschaffenheit der Fabrikabwässer ist sehr verschieden; sie wechselt in ihrer Zusammensetzung mit der Art der Betriebe.

An organischen und stickstoffhaltigen Stoffen reiche Abwässer gelangen vorzugsweise aus Gerbereien, Molkereien, Margarinefabriken, Lederfabriken und Lederfärbereien, Leimsiedereien, Brauereien, Brennereien, Zuckerfabriken, Stärkefabriken u. a. m. zur Abführung, während die Abwässer aus Papierfabriken, Färbereien, Druckereien, Bleichereien u. a. m. vorwiegend organische, weniger stickstoffhaltige Stoffe und außerdem große Mengen von Chlor und Schwefelsäure führen.

Die Abwässer aus Wollwaren-, Tuch-, Baumwolle- und Seidefabriken und die aus chemischen Fabriken (Farbe-, Salpeter-, Schwefel-, Soda-, Chlorkalk-Fabriken, Teerdestillationen u. a. m.) herrührenden Abwässer enthalten mineralische Gifte und Säuren.

Allgemein gültige Reinigungsmethoden für die verschiedenen Arten der vorbenannten Abwässer gibt es nicht.

Die Art der Reinigung, welche sich der Natur der Abwässer selbstverständlich anschmiegen muß, kann aber nur von Fall zu Fall unter eingehender Prüfung der Gesamtverhältnisse bestimmt werden.

Bei der Lösung der Abwässerreinigungsfrage kommen im allgemeinen drei Hauptgesichtspunkte in Betracht: 1. Überführung der Abwässer in einen gesundheitlich unbedenklichen bzw. einwandsfreien Zustand; 2. Ausnutzung bzw. Verwertung der in den Abwässern enthaltenen wertvollen Dungstoffe und 3. Erreichung der beiden vorgenannten Ziele unter einem möglichst geringen Aufwand an Anlage- und Betriebskosten. Der letztere, der Kostenpunkt, steht begreiflicherweise in der Mehrzahl der Fälle an erster Stelle.

Man unterscheidet:

a) Allgemeine Vorkehrungen,
b) Reinigung durch mechanische Klärung,
c) „ „ chemische „
d) „ „ biologische „
e) „ „ Kombinationen mehrerer Reinigungsmethoden.

II. Allgemeine Vorkehrungen.

Von großer Wichtigkeit für den Grad der Verunreinigung der Wasserläufe und für die Selbstreinigung derselben ist der Grad der Verdünnung der zum Ablauf kommenden Abwässer, weshalb dafür zu sorgen ist, daß die Einleitung gegebenenfalls unter vorheriger Aufspeicherung der Abwässer möglichst gleichmäßig und unter tunlichster Mischung der Gewässer erfolgt. Bei konzentrierter Beschaffenheit der

Abwässer ist zur Verminderung der schädlichen Wirkung eine angemessene Verdünnung am Entstehungsorte der Abwässer empfehlenswert.

III. Reinigung durch mechanische Klärung.

Die einfachste und wohlfeilste Art der Reinigung ist die durch mechanische Klärung, welche darin besteht, daß man die Strömungsgeschwindigkeit der Abwässer durch Vergrößerung des wasserführenden Querschnitts verlangsamt, wodurch die im Wasser enthaltenen Schwebestoffe allmählich zu Boden sinken. Dieser Vorgang vollzieht sich meist in besonders hierfür hergerichteten Klärvorrichtungen, zu welchem Zwecke man die Abwässer entweder in (Klär-)Brunnen langsam aufsteigen lassen oder sie in (Klär-)Becken führen kann, in welchen ihre Bewegung je nach dem Grade der Verunreinigung und dem Grade der notwendigen Reinigung verlangsamt wird.

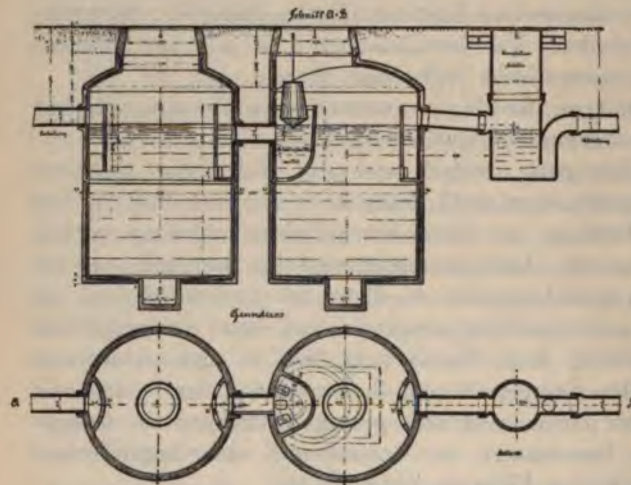


Abb. 36 und 37. Klärbehälter (in Betonringkonstruktion) mit Überlauf und selbsttätiger kontinuierlicher Klärung und Desinfektion.
Allgem. Städtereinigungs-Gesellschaft m. b. H., Wiesbaden.

Bei richtiger Anlage dieser Vorrichtungen ist die Wirkung die gleiche, bei größeren Anlagen (u. a. bei der Reinigung städtischer Abwässer) sind in neuerer Zeit meist Klärbecken zur Ausführung gekommen. Gröbere Verunreinigungen, sowie größere und schwerere Fremdkörper sind durch geeignete Vorkehrungen, Siebe, Tauchplatten usw. vor dem Einlaufe in die Klärvorrichtungen zurückzuhalten. Der günstigeren Ablagerung, Entleerung und Reinigung wegen sind die Klärbecken mit ansteigendem Boden zu versehen.

Für kleinere gewerbliche Anlagen mit verhältnismäßig wenig Abwasser dürfte die Anordnung von zwei hintereinander zu schaltenden Ablagerungs- bzw. Klärbehältern (ähnlich dem Abortgrubensystem Brix), Abb. 36 und 37, welche zweckmäßig aus entsprechend großen Betonbrunnenringen herzustellen sind, recht gute Dienste leisten.

Bemerkenswert sind die vom Stadtbaurat Steuernagel neuerdings ›röffentlichten Ergebnisse des bei den Kölner Kläranlagen bei mechascher Reinigung erzielten Kläreffektes bei verschiedener Durchflußeschwindigkeit in dem Klärbecken. Die mittleren Werte aus einer ·oßen Versuchsreihe seien daher in nachstehender Tafel mitgeteilt:

Klär- eschwin- digkeit	Suspendierte organische Stoffe mg im Liter		Abnahme in Prozenten	Aus dem geklärten Wasser sedimentierten bei weiterem 12 stündigen ruhigen Stehen nicht		
mm	Einlauf	Ablauf		absolut	zu Prozenten	
4	259,8	71,7	72,30	45,5	17,14	Durch-
20	270,7	82,4	69,08	55,5	20,23	schnittlich
40	270,7	110,2	58,90	56,8	21,69	20 Prozent

Im Anschluß hieran wird bemerkt, daß der Kläreffekt im allmeinen ein sehr hoher ist. Derselbe differiert bei 4 und 20 mm urchflußgeschwindigkeit um 3,22 %, während die letztere Geschwinigkeit das Dreifache der ersteren ausmacht. Beachtenswert ist benders, daß selbst bei 40 mm Geschwindigkeit noch ein verhältnisläßig hoher Kläreffekt erzielt wird.

Ähnliche Ergebnisse haben die vom Baudirektor Bock in Hannover urchgeführten diesbezüglichen Untersuchungen gezeitigt.

Die durch derartige mechanische Kläranlagen bewirkte Auscheidung von etwa 60 % aller Sink- und Schwebestoffe ist als ein › hervorragender Erfolg dieser Art der Reinigung zu bezeichnen, aß in vielen Fällen, insbesondere wenn die weiter vor bemerkten ünstigen Verhältnisse der Vorfluter vorhanden sind, die mechanische lärung zur Abwasserreinigung ausreicht.

IV. Reinigung durch chemische Klärung.

Die Art dieser Reinigung beruht auf der Wirkung chemischer ällungsmittel, welche den Abwässern beigemischt werden und dazu estimmt sind, entweder nur als Niederschlagsmittel zu wirken oder elöste Stoffe in unlösliche Verbindungen überzuführen. Diese Zusätze on Chemikalien können auch zum Zwecke der Vernichtung des mikrokopischen Lebens und zur Verhinderung des Fäulnisfortganges erfolgen.

Die Wahl der Fällungsmittel ist von der Beschaffenheit der Abässer und u. a. davon abhängig, ob eine reinigende oder eine desnfizierende Wirkung durch sie erzielt werden soll. Ein einziges estes Fällungsmittel gibt es selbstverständlich nicht. Die Lösung ieser Art der Abwässerreinigungsfrage ist daher eine ungemein vieleitige, weshalb ein näheres Eingehen auf die einzelnen Verfahren icht möglich ist. Im allgemeinen ist von jedem Klärmittel zu ordern: daß die Wirkung desselben durch leichte und innige Mischung nit den Abwässern sich rasch vollzieht und daß der hierdurch er-

zielte Reinheitszustand der geklärten Wässer hygienisch ein einwandsfreier sei. Die Wahl des Klärmittels ist ferner von bedeutsamem Einfluß auf die Menge, Beschaffenheit und Güte (dem Düngerwert usw.) des Schlammes und nicht minder auf den Kostenpunkt der chemischen Reinigung. Die zur Verwendung kommenden Materialien müssen daher leicht erhältlich und billig sein.

Die Zahl der diese Forderung erfüllenden Klärmittel ist gering. Das seit langer Zeit und am meisten zur Reinigung der Abwässer benutzte Klärmittel ist der Kalk allein oder im Verein mit schwefelsaurer Tonerde, schwefelsauren Eisensalzen, löslicher Kieselsäure u. a. m.

Bei der Anwendung dieser und anderer Reinigungsmittel ist vor allen Dingen zu beachten, daß ein Übermaß vermieden wird, weil dieses mehr Schaden bringen kann als vielleicht die schädlichen, zur Ausscheidung bestimmten Stoffe überhaupt bewirkt haben würden.

Einige der mehr oder minder vielfach in Gebrauch befindlichen Reinigungsverfahren seien besonders angeführt.

1. Reinigung mit Kalk allein oder mit Zusätzen.

2. Verfahren von Rothe-Röckner, Reinigung durch Kalk- und Magnesiumchlorid u. a.

3. Verfahren von Müller-Nahnsen, Reinigung durch Kalk und aufgeschlossenen Ton (Aluminiumsulfat) und lösliche Kieselsäure.

4. Verfahren von F. Eichen (Allgemeine Städtereinigungsgesellschaft Wiesbaden), Reinigung durch eine Mischung von Sulfaten mit Nachklärung durch Kalkmilch.

5. Verfahren von Fr. Hulwa, Reinigung durch Gemisch von Eisen- und Tonerde und Magnesiasalz unter Zusatz von Kalkmilch.

6. Verfahren von Liesenberg, Reinigung durch Natriumferritalbuminat oder Beigabe von Ätzkalk oder Magnesiumchlorid.

7. Das Polariteverfahren, Reinigung durch ein Mischungsfällungsmittel, Ferrozone-Polarite benannt.

8. Verfahren von Fr. Glaß, Reinigung durch schwefelsaures Eisenoxyd und Kalkmilch u. a.

9. Verfahren von M. Friedrich & Co., Reinigung durch Eisenchlorid oder Tonerdehydrat, Kalk u. a.

10. Verfahren von H. Ch. Schlichter (Dyckerhoff & Widmann, Biebrich-Dresden), Reinigung durch Chemikalienzusatz und Wirbelabscheider.

11. Das Rothe-Degenersche Humus-(Kohlenbrei-)verfahren, Reinigung durch Humusstoffe, wie Torf, Braunkohle usw. unter Beigabe von Oxyden von Schwermetallen.

Der zurückbleibende Schlamm findet u. a. als Preßtorf zur Feuerung oder zur Vergasung Verwendung.

Im übrigen sei auf die einschlägigen ausführlichen Abhandlungen verwiesen:

1. Dr. J. König, Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen, sowie die Reinigung von Trink- und Schmutzwasser. Berlin, Verlag von Julius Springer 1899.

2. Professor Dr. Kurt Weigelt, Vorschriften für die Entnahme und Untersuchung von Abwässern und Fischwässern. Verlag des Deutschen Fischereivereins, Berlin W., Linkstraße 11, 1900.

3. Handbuch der Hygiene, Flußverunreinigung, Klärung der Abwässer, Selbstreinigung der Flüsse. Jena, Verlag von Gustav Fischer.

V. Reinigung durch biologische Klärung.

a) Die Landberieselung.

Als natürliche Klär- und Reinigungsverfahren sind die Landberieselung und die unterbrochene Filtration anzuführen, welche im Gegensatz zu den künstlichen biologischen Verfahren als natürliche biologische Verfahren bezeichnet werden.

Die Landberieselung erfolgt bekanntlich in der Weise, daß die Abwässer in genau geregelter Weise den für die Rieselzwecke besonders hergerichteten Feldern, Wiesen usw. durch Druckrohre oder Gräben gleichmäßig verteilt zugeleitet werden.

In dem als Filter wirkenden Erdboden vollzieht sich die Reinigung teils durch Zersetzung und Oxydation der zurückgehaltenen Stoffe, teils durch Aufnahme der Schmutzstoffe im Boden oder durch den Pflanzenwuchs.

Zur Vermeidung einer Versumpfung sind die Rieselfelderanlagen zweckmäßig mit sog. Drainageentwässerungsanlagen zu versehen.

Bei günstiger Beschaffenheit des Bodens, bei Sandboden, Kalk- und Lehmboden, bei ausreichender Größe desselben und bei ordnungsmäßigem Betriebe wird die Bodenberieselung vollen Erfolg haben und in chemischer als auch in bakteriologischer Hinsicht stets ein gut gereinigtes und einwandfreies Abflußwasser liefern.

b) Die unterbrochene Filterung.

Die unterbrochene Filterung ist im wesentlichen nichts anderes als eine Bodenberieselung unter Verzichtleistung auf landwirtschaftliche Nutzung des Bodens. Sie ist sowohl in ihrer Wirkung als auch wirtschaftlich der Bodenberieselung dadurch überlegen, daß der gleiche Zweck und gute Erfolg mit erheblich kleineren Flächen erreicht wird, die auch bezüglich ihrer Bearbeitung weit geringerer Aufwendung bedürfen. Die vorteilhaftere Wirkung dürfte namentlich der schnelleren und kräftigeren Wirksamkeit des Sauerstoffes zuzuschreiben sein, welcher in den vom Pflanzenwuchs völlig freien Erdboden rascher und tiefer einzutreten vermag.

Dieses Verfahren, welches den gleichen Erfolg wie den der Rieselfeldanlagen aufweist, hat außerdem noch den Vorteil eines ununterbrochenen (bei Frost und Erntezeit) und leichteren Betriebes.

Ein weiterer Nutzen ergibt sich in manchen Fällen noch dadurch, daß unfruchtbares, wertloses Gelände durch den Betrieb der unterbrochenen Filterung mit der Zeit in fruchtbares Ackerland umgewandelt wird.

Zu beachten ist, daß bei geringerer Größe der Rieselflächen oder bei ungünstiger Beschaffenheit des Bodens sich eine Vorklärung der

Abwässer durch Absetzung der gröberen Verunreinigungen und Sinkstoffe in Klär- oder Staubecken empfiehlt.

Im übrigen muß selbst bei sonst günstigen Verhältnissen in solchen Fällen von dem Rieselungsverfahren abgesehen werden, wenn es sich um die Reinigung bzw. Unschädlichmachung an Säuren usw. sehr gehaltreicher Abwässer handelt.

c) Das Oxydationsverfahren.

Die künstlichen biologischen Abwässerreinigungsverfahren: das Faulverfahren, das intermittierende Verfahren und das Verfahren mit kontinuierlichem (durchlaufendem) Betriebe, auch Tropfverfahren genannt, beruhen in ihrer Wirkung in der Hauptsache auf Absorptionserscheinungen, also auf der Wirkung physikalisch-chemischer Kräfte, und während der Lüftungsperiode auf der zersetzenden Eigenschaft des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoffes und auf der Tätigkeit von unzähligen, den Stickstoff aufzehrenden Kleinlebewesen (den sog. aëroben Bakterien), wodurch eine Oxydation und Nitrifikation der in den Abwässern enthaltenen organischen Stoffe herbeigeführt wird.

An Stelle des filtrierenden und reinigend wirkenden Riesellandes, des natürlichen Ackerbodens, treten künstlich hergerichtete Filteranlagen.

Das von Dibdin, später von Schweder ausgestaltete Faulverfahren, als unmittelbares Reinigungsverfahren, besteht darin, daß man in entsprechend hergerichteten Räumen bzw. Behältern bei Abschluß des Tageslichtes eine Sedimentierung und eine Zersetzung der Stoffe anregt und verlaufen läßt.

Nach völliger Zersetzung der Schwimmstoffe, welche nach Abgabe der vergasbaren Stoffe zum Teil zerfallen und zu Boden sinken, gelangen die verhältnismäßig klaren Abwässer auf die sog. Oxydationsfilter. Diese sind Anlagen, welche mit einem besonderen porösen Materiale gefüllt werden und in welchen das stark angefaulte Wasser durch Berührung mit der Luft einen Oxydations-(Reinigungs-)prozeß durchmacht. Die nebenstehenden Abbildungen 38—41 veranschaulichen diese Anlagen.

Der dichte Abschluß der Faulbecken und die Vermeidung der Berührung der darin enthaltenen Abwässer mit der atmosphärischen Luft hat sich als unnötig und als unzweckmäßig erwiesen, und zwar weil nach Prof. Dunbar bei ruhigem Stehen der Abwässer in offenen Faulbecken, infolge Bildung dichter Schwimmdecken, eine Belästigung der Umgebung in der Regel nicht veranlaßt wird und weil andererseits durch völligen Abschluß der Luft gewisse biologische Vorgänge unmöglich werden, auf deren Mitwirkung großer Wert zu legen ist.

Als wesentlichster Nutzen des sonst bei dem Oxydationsverfahren ntbehrlichen Faulbeckens (bzw. des Faulkammerverfahrens) ist die orzügliche **Schlammverzehrung**, welche in demselben vor sich eht, besonders hervorzuheben. Dieselbe kann nach Erfahrungen des rof. Dunbar bei häus-chen Abwässern eine st vollständige wer-n, während bei sol-en industriellen Ab-ässern, welche große engen metallischer er sonstiger unzer-tzlicher Substanzen thalten, dieses aus-schlossen ist.



Abb. 38. Längenschnitt.



Abb. 38 und 39. Biologische Abwasserreinigungs-Anlage. (Anordnungsweise, bei welcher infolge mangelnden Gefälles die Abwässer durch eine kleine Pumpstation aus der Vorklärung nach den Oxydationsfiltern gepumpt werden müssen.)

Beim intermittie-nden oder dem sog. **ontakt-Verfahren** erden die Abwässer twedder frisch oder gefaultem Zustande f besondere Filter-lagen — **Oxydations-örper** —, deren Her-



Abb. 40. Längenschnitt.

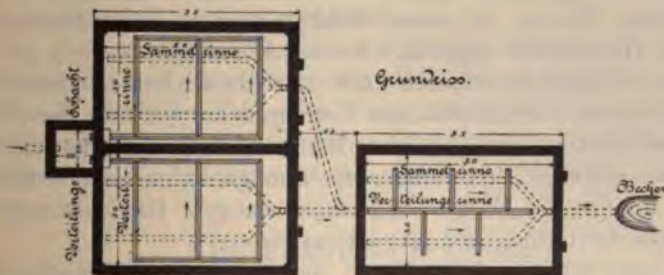


Abb. 40 und 41. Oxydationsfilteranlage. Allgem. Städtereinigungs-Gesellschaft m. b. H., Wiesbaden.

tellung mit Schlacke oder ähnlichem Material je nach dem Verfahren erschieden ist, geleitet, bleiben hierin einige Stunden stehen, um

alsdann ohne weiteres der Vorflut zugeführt zu werden; die Oxydationskörper werden hierauf mehrere Stunden der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt, welche die Zersetzung der zurückgebliebenen Stoffe bewirkt, bevor eine neue Füllung erfolgt.

Ähnlich wie das Faulverfahren leidet das intermittierende Verfahren an dem Übelstande, daß wegen der langen, mehrere Stunden währenden Füllungszeit der Abwässermengen großräumige Oxydationskörper und eine stetige Wartung sich erforderlich machen.

Außerdem ist die Leistungsfähigkeit der Oxydationskörper zeitlich eine begrenzte, indem je nach der Beanspruchung und je nach dem Grade der Verunreinigung der Abwässer dieselben in ihrer quantitativen Wirkung abnehmen und derart verschlammen, daß eine Reinigung bzw. Ersetzung des Filtermateriales notwendig wird.

Bei dem Verfahren mit kontinuierlichem (durchlaufendem) Betriebe (Tropfverfahren) erfolgt der Reinigungsvorgang derart, daß nach Abscheidung der gröberen Schmutz- und Sinkstoffe die Abwässer sog. Aufbereitern zugeführt werden, in welchen, je nach der Zusammensetzung der Abwässer, eine größere oder geringere Vorfaulung sich vollzieht bzw. herbeigeführt wird.

Aus den Aufbereitern werden die Abwässer in vorher bestimmten Mengen und Zeitabschnitten, welche sich je nach der Art der Zusammensetzung bzw. Beschaffenheit der Abwässer bestimmen, durch Verteiler den Oxydationskörpern zugeleitet und durch besondere Vorrichtungen, welche als Sprinkler oder Abwasserrieseler bezeichnet werden, über dieselben gleichmäßig verteilt.

Durch das Auflösen der Abwässer durch die Rieseler in viele kleine Tropfen und durch das langsame tropfenweise Durchlaufen derselben durch die Oxydationskörper wird eine völlige Sättigung der Abwässer mit der Luft und damit eine starke Oxydationswirkung durch den in der Luft enthaltenen Sauerstoff bewirkt, wodurch eine gründliche Reinigung der Abwässer stattfindet, so daß die zum Ablauf gelangenden Wässer als ausreichend gereinigt, ohne Nachteil dem nächsten Wasserlaufe zugeführt werden können.

Das Oxydationsverfahren mit durchlaufendem Betriebe bietet gegenüber dem intermittierenden Verfahren die Vorteile der erhöhten Leistungsfähigkeit bezüglich der Menge und der Beschaffenheit der gereinigten Flüssigkeiten. Außerdem ermöglicht es einen wohlfeileren Betrieb infolge der Möglichkeit eines stetigen Betriebes und einer einfacheren Gestaltung der Oxydationskörper.

Es liegt somit auf der Hand, daß das Oxydationsverfahren mit durchlaufendem Betriebe sowohl im Bau wie im Betriebe sich ganz erheblich billiger stellt, als das Verfahren mit intermittierendem Betriebe.

Nach Prof. Dunbar liegt außerdem ein Hauptvorzug darin, daß *man auf* eine Verschlammung derselben bis in die tiefsten Schichten

hinunter nicht zu rechnen hat, wozu sich noch der weitere Vorteil gesellt, daß die Abflüsse nicht plötzlich entleert werden, sondern sich gleichmäßig während des ganzen Tages verteilen, welcher Umstand bei wasserarmen Vorflutern von großer Wichtigkeit ist.

Was die Ergebnisse der mittels des biologischen Verfahrens erzielten Reinigung anbelangt, so ist man nach den von Prof. Dunbar angestellten Untersuchungen, welche von der von Herrn Geh. Rat Schmidtmann geleiteten Königl. Preußischen Prüfungsanstalt bestätigt werden, sehr wohl imstande, aus den Abwässern Produkte herzustellen, welche, wo nötig, klar, farblos und blank sind und sich in ihrer chemischen Eigenschaft vom Flußwasser kaum unterscheiden.

VI. Schlammfrage.

Bezüglich der Schlammfrage ist noch zu erwähnen, daß der in den Oxydationskörpern sich bildende Schlamm in Zusammensetzung und Menge verschieden ausfällt und zwar je nachdem das einfache Sedimentier-, das Fällungs- oder das Faulverfahren zur Anwendung gebracht wird. Der in den Oxydationskörpern verbleibende Schlamm setzt sich, wie nachgewiesen ist, beinahe vollständig aus mineralischen Substanzen zusammen, welche der stinkenden Fäulnis nicht mehr zugänglich sind.

VII. Kosten.

Was die Kosten des biologischen Verfahrens anbelangt, so sind diese abhängig von dem Reinheitsgrade der Abflüsse. Je höher der Reinheitsgrad verlangt wird, oder sein soll, um so umfangreicher müssen die Bauanlagen sein, und um so höher stellen sich die Kosten.

Kostenvergleich.

Bei einem Kostenvergleich des biologischen Verfahrens mit anderen Reinigungsverfahren dürfen naturgemäß nur gleichwertige Verfahren in Betracht gezogen werden.

Als gleichwertig können nur die übrigen biologischen Verfahren, die Berieselung und die unterbrochene Filtration einerseits und andererseits das Kohlenbreiverfahren in Frage kommen. Dagegen wird das chemische Fällungsverfahren neben seiner geringeren Reinigungswirkung sich häufig teurer stellen, als das künstliche biologische Verfahren.

VIII. Elektrische Reinigung.

Der Vollständigkeit wegen sei schließlich noch angeführt, daß der Versuch gemacht worden ist, auch die Elektrizität zur Reinigung der Abwässer zu verwenden. Soviel bis heute darüber bekannt geworden ist, jedoch ohne den gewünschten Erfolg.

Innere Einrichtung.

Von Regierungs-Baumeister **E. Görts** in Remscheid.

A. Einleitung.

Die innere Einrichtung einer Fabrik

umfaßt die Kraftanlage, die Transmission oder das Triebwerk und die Arbeitsmaschinen.

Die Kraftanlage dient dazu, in der Natur vorhandene Energie (Arbeitsvermögen), wie die Energie des fallenden oder fließenden Wassers, oder die Wärmeenergie der Brennstoffe in mechanische Arbeit, d. i. Bewegungsenergie von vorgeschriebener Bewegung, umzuwandeln, meist unter Hervorbringung einer gleichförmigen Drehbewegung.

Die Transmission hat die Aufgabe, die von der Kraftanlage gelieferte Energie nach den Arbeitsmaschinen hin zu übertragen und sie auf dieselben zu verteilen.

Die Arbeitsmaschinen endlich benutzen die ihnen zugeführte Energie zur Ausführung nützlicher mechanischer Arbeiten, z. B. zum Spinnen, Weben, Bohren, Schmieden, Lastentransport usw., welche andernfalls von Menschenhand ausgeführt werden müßten, und dienen also dazu, die Menschenkraft möglichst auszuschalten. Da sie auch mehr leisten und anhaltender und billiger arbeiten, als es der Menschenhand möglich ist, so vermehren sie nicht nur die Produktion in hohem Maße, sondern vermindern auch die Produktionskosten sehr erheblich.

B. Die Kraftanlagen.

Für Fabrikzwecke kommen nur Wasserkraft-, Dampfkraft- und Kraftgasanlagen in Betracht.

I. Die Wasserkraftanlagen.

Vasser leistet Arbeit, wenn es eine Höhe durchsinkt, Gefälle ınd zwar leisten je 75 Liter Wasser in der Sekunde bei 1 m e 1 PS., also beispielsweise eine sekundliche Wassermenge von m (1500 Liter) und 10 m Gefälle $\frac{1500 \cdot 10}{75} = 200$ PS. Die aus kundlichen Wassermenge und dem Gesamtgefälle berechnete ıg heißt Rohleistung, während Nutzleistung diejenige ist, von der Welle der Kraftmaschine zum Betriebe von Arbeits-ınen abgegeben wird und indizierte Leistung diejenige, sich mit dem Gefälle an der Maschine, dem Nutzgefälle ıet.

ie indizierte Leistung ist wegen des Gefälleverlustes im Zu- und kanal stets kleiner als die Rohleistung und die Nutzleistung ım kleiner als die indizierte Leistung, da ein Teil der letzteren erwindung der Widerstände der Maschine in sich verbraucht nd das Wasser auch nicht seine ganze Arbeitsfähigkeit an die ne abgibt. Das Verhältnis $\frac{\text{Nutzleistung}}{\text{indizierte Leistung}}$ heißt der mecha-e Wirkungsgrad; derselbe beträgt bei voller Belastung der aschine durchschnittlich 75 v. H. der indizierten Leistung, aber mit abnehmender Leistung ebenfalls ab, da die schädlichen tände in der Maschine weniger abnehmen als die Leistung.

a eine kleine Wassermenge mit großem Gefälle denselben vorrat darstellt, als eine große Wassermenge mit kleinem Ge-nit der Menge des Energieträgers aber die Kosten der Wasser-g und der Baustoffaufwand für die Kraftmaschine und daher sten derselben wachsen, so ist eine Wasserkraft um so gün-je größer ihr Gefälle ist.

1. Die Wasserbauten.

ne Wasserkraftmaschine kann nur in ganz besonderen Aus-fällen, am ersten noch dann, wenn infolge günstiger örtlicher tnisse zufällig ein Wasserfall vorhanden ist, unmittelbar in Bach oder Fluß eingebaut werden, aber auch in diesen Fällen ı Interesse eines gesicherten Betriebes besondere Wasserbauten ihren, welche allerdings die billigsten Anlagen ergeben.

den meisten Fällen verteilt sich aber das Gefälle der Bäche üsse auf weite Strecken, so daß es durch Ausführung umfang-und kostspieliger Wasserbauten auf einen Punkt zusammen-ı werden muß, um eine Kraftmaschine mit wirtschaftlichem betreiben zu können.

Zur Nutzbarmachung einer Wasserkraft eignen sich in diesen Fällen am besten Flußkrümmungen mit starkem Gefälle und insbesondere die Stellen, an denen ein Flußlauf infolge einer außergewöhnlichen Krümmung eine Art Schleife bildet (Abb. 1), deren Endpunkte an der schmalsten Stelle durch einen aus zwei Abteilungen bestehenden Kanal mit geringer Neigung, regelmäßiger Form und glatten Wandungen in Verbindung gebracht werden, von denen die obere Abteilung (der Obergraben) das Wasser der Kraftmaschine zuführt, während die untere (der Untergraben) das gebrauchte Wasser wieder in den Bach oder Fluß zurückführt, so daß an der Kraftmaschine der Höhenunterschied beider Endpunkte nach Abzug der Gefälle von Ober- und Untergraben, das Nutzgefälle, zur Verfügung steht.

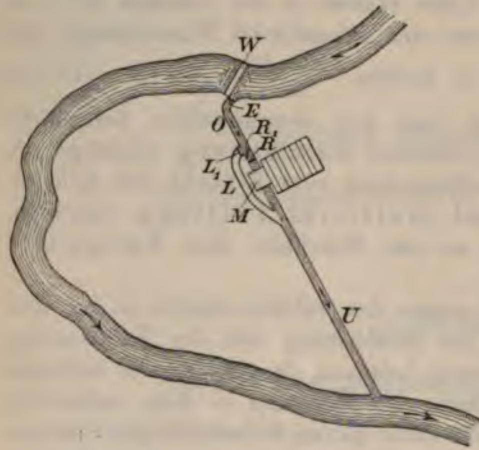


Abb. 1. Grundriß einer Wasserkraftanlage.
W = Wehr. O = Obergraben. U = Untergraben.
M = Maschinenhaus. L = Leerlauf. E = Einlaßschützen.
R = Regulierschützen. R_1 = Rechen. L_1 = Leerlaufschützen.

Örtliche Verhältnisse zwingen indessen oft von dieser Regel abzuweichen, z. B. dann, wenn der Kanal einer Straße und somit deren Krümmungen folgen muß und in Gebirgstälern, wo der Obergraben dem Bergabhang entlang geführt werden muß.

Um den oberen Wasserspiegel zu heben, so daß das Wasser bei allen Wasserständen der Kraftmaschine in genügender Menge zugeführt werden kann, wird an der Einmündung des Obergrabens in den Bach oder Fluß meist ein Wehr angelegt.

Feste Wehre dürfen nur da hergestellt werden, wo die Ufer in genügender Länge so hoch sind, daß die durch das Wehr verursachten Stauungen weder dem angrenzenden Besitzer schaden, noch Überschwemmungen verursachen können. Das Anstauen des Wassers darf daher nicht ohne behördliche Genehmigung vorgenommen werden.

Sind die Uferhöhen derart, daß ein gleichzeitiges Aufstauen des Wassers beim Wehr und im Untergraben möglich ist, ohne Überschwemmungen zu verursachen, was aber in der Regel nur bei Bächen und kleinen Flüssen der Fall ist, so wird das Wehr vorteilhaft senkrecht zwischen die Ufer in die gewöhnliche Flußbreite gesetzt, da dann bei Hochwasser wenig oder gar kein Gefälle verloren geht.

In Flüssen mit vielem und öfterem Hochwasser ist es dagegen

im allgemeinen ratsam, dem Wehr eine Länge von der $1\frac{1}{2}$ fachen Flußbreite zu geben, das Wehr also zu knicken und die beiden Knickhälften aufwärts gegen das Wasser gehend in das Bett einzusetzen. Das Wehr länger zu machen empfiehlt sich nicht, da bei Flüssen mit wenig Gefälle sonst der größte Teil desselben durch Stau des Hinterwassers verloren geht.

Der Wehrkörper wird meist aus Beton, Quadern oder Steinen hergestellt. Betonwehre empfehlen sich deshalb, weil sie von ungelernten Arbeitern rasch hergestellt werden können.

Die Gründung der Wehre erfolgt auf Fels unmittelbar, in Sand-, Kies- und Lehmboden geschieht sie am besten zwischen Spundwänden auf Betonunterlage.

Die größte Sorgfalt ist auf den Anschluß des Wehrkörpers an das Flußbett und die Ufer zu verwenden, um das Durchdringen des unter Druck stehenden Wassers und damit den Zusammensturz des Wehres zu verhüten. Um Auskolkungen unterhalb des Sturzbettes zu verhüten, wird hier vorteilhaft eine Steinpackung angeordnet, welche in der Abflußrichtung etwas ansteigt und die Gewalt des abströmenden Wassers mildert.

Haben die Flußufer keine genügende Höhe, so darf ein festes Wehr nicht angelegt werden, in das Wehr ist vielmehr ein Schützen einzubauen, der bei größerem Wasserzufluß gehoben wird und einen Teil des Wassers in den natürlichen Wasserlauf abläßt.

In größeren Gewässern, in denen auch bei kleinsten Wasserständen niemals die ganze Wassermenge als Triebwasser benutzt wird, wird ein Grundwehr mit beweglichen Aufsätzen, die bei Hochwasser weggenommen oder niedergelegt werden können, angelegt.

Muß ein Flußbett infolge sehr starken Steigens des Wassers zuzeiten vollständig freigemacht werden, so wird ein Nadelwehr eingebaut, das bei Hochwasser umgelegt werden kann.

Oberhalb des Wehres zweigt der Obergraben vom Wasserlaufe ab, dessen Länge von der Lage des Kraftwerkes bzw. der Fabrikanlage abhängig ist. Ist diese Lage durch örtliche Verhältnisse nicht beschränkt, so empfiehlt es sich, das Kraftwerk in die Nähe des Wehres zu legen, den Obergraben also kurz zu machen, um ihn gegen Grundeis im Winter besser schützen und auch die Kanaleinlaufeinrichtung leicht erreichen zu können. Im Gebirge muß der Obergraben dagegen meist lang ausgeführt werden.

Der Obergraben wird als Tunnel, aus Stampfbeton, Mauerwerk oder Erde mit möglichst glatten Wänden, welche Wirbel und damit Energieverluste vermeiden, hergestellt und muß auf das sorgfältigste ausgeführt werden, um dicht zu halten und Kanalbrüche zu verhindern. Tunnel in Felsen und Gebirge zur Abkürzung der Länge des Obergrabens sind sehr empfehlenswert, weil sie billiger in der Herstellung

sind als offene und längere Kanäle, große Dauerhaftigkeit besitze und die Eisbildung verhindern.

Obergraben aus Holz oder Mauerwerk auf Gerüsten oder Pfeiler sollten, erstere wegen ihrer geringen Dauerhaftigkeit, letztere wege der Schwierigkeit, sie wasserdicht zu erhalten, beide außerdem wege der Schwierigkeit, das Wasser im Winter vor Eisbildung zu schützen möglichst wenig ausgeführt werden; besser empfiehlt sich in diesen Falle ein geschlossenes Rohr als Obergraben.



Abb. 2. Elektrisches Wasserkraftwerk mit 40 m Gefälle. Prometheus, Jahrg. XIV.

Das Gefälle von Ober- und Untergraben wird im allgemeine mit Rücksicht auf einen wirtschaftlichen Betrieb bestimmt. Je größe nämlich das Gefälle dieser Kanäle ist, um so größer ist die Wasser geschwindigkeit, um so kleiner sind aber die Baukosten, so daß ver lorenes Gefälle und Zinsgewinn gegeneinander abgewogen werde müssen.

Gewöhnlich erhält der offene Obergraben ein Gefälle von etw 0,45—0,55 m auf 1000 m Länge, entsprechend einer mittleren Ge schwindigkeit des Wassers von 0,75 m, und sehr lange Obergraben erhalten in Entfernungen von 1—2 km Leerläufe mit Überfällen

zur besseren Regelung des Wasserstandes im Betriebe und schnelleren Entleerung bei etwaigen Unfällen.

An der Abzweigstelle des Obergrabens vom Flusse wird die sog. Kanaleinlaufeinrichtung angelegt, ein oder mehrere Schützen, die dazu dienen, bei allen Wasserständen das zu benutzende Wasser in richtiger Menge und in möglichst reinem Zustande in den Obergraben einzulassen und bei Störungen im Ober- und Untergraben oder im Maschinenhause das Wasser vollständig zurückzuhalten; sie wird schief zum Bach- oder Flußbett eingesetzt, um Holz, Laub und Steine vom Eintritt in den Kanal abzuhalten. Wenn nötig, wird vor dem Schützen noch ein Kiesfang angelegt, der von Zeit zu Zeit entleert wird.

An den Obergraben schließt sich das Maschinenhaus, dessen Größe und Ausstattung sich nach der Zahl und Art der Kraft-

Abb. 3. Längenschnitt der Wasserkraftanlage für 40 m Gefälle. Prometheus, Jahrg. XIV.

maschinen und dem anzulegenden Verbindungsgetriebe zwischen Kraftmaschine und Fabrik richtet; wenn nötig, ist dasselbe so groß anzulegen, daß ohne jede Änderung noch weitere Kraftmaschinen aufgestellt werden können.

Zur Regelung der auf die Kraftmaschine wirkenden Wassermenge dient der am Ende des Obergrabens angelegte Regulierschützen, vor dem insbesondere bei Turbinen ein Rechen eingesetzt werden muß, um Holz, Laub usw., welches die Radkanäle verstopfen oder beschädigen könnte, zurückzuhalten.

Um bei Unglücksfällen oder kürzeren Betriebspausen die Kraftmaschine möglichst bald zum Stillstand bringen zu können, wird in eine Linie mit dem Regulierschützen oder je nach der Örtlichkeit in einem Winkel mit diesem ein Leerlaufschützen angeordnet, dessen Schwelle in gleicher Höhe mit dem Kanalboden liegt, dessen Oberkante im geschlossenen Zustande aber nur bis zum mittleren Wasser-

spiegel reicht, also zugleich einen Überfall bildet und, gezogen, das Wasser an der Maschine vorbei unmittelbar in den Untergraben fließen läßt.



Abb. 4. Elektrisches Wasserkraftwerk mit 264 m Gefälle. Prometheus, Jahrg. XIV.

Bei vielen Anlagen mit wenig Wasser ist der Bau von Sammelteichen zweckmäßig, die sich bei Wasserüberfluß füllen und bei Wassermangel leeren; diese Teiche werden vorteilhaft an Schluchten angelegt (Talsperren), um Regen- und Quellwasser zu sammeln.

Die Dämme haben in der Regel einen oder mehrere Überfälle und eine Ablaßöffnung an der tiefsten Stelle.

Der Einbau der Kraftmaschine richtet sich nach der Art derselben.

Wasserräder werden unmittelbar hinter dem Regulierschützen eingebaut.

Der Einbau der Turbinen erfolgt bei Gefällen bis 10 m in einen offenen Schacht, bei höheren Gefällen dagegen in einen geschlossenen Behälter, dem das Wasser durch ein an den Obergraben bzw. einen Sammelbehälter anschließendes Rohr zugeführt wird.

Bei großen Anlagen erhält jede Turbine ihr besonderes Druckrohr (Abb. 2 und 4), die durch Schützen geschlossen werden können; kleinere Räder können von einem gemeinsamen Rohrstrange gespeist werden, von dem die Druckrohre in der Nähe der Räder abzweigen (Abb. 111a). Unmittelbar vor der Kraftmaschine muß eine Drosselklappe in die Leitung eingebaut werden, um den Wasserzufluß absperren zu können, und in der Nähe des Wassereinlaufes ein Sicherheitsventil zur Vermeidung von Wasserschlägen bei zu schnellem Schließen der Leitung und selbsttätig wirkende Luftventile zur Entlüftung beim Füllen und zum Schutz gegen Beschädigung bei plötzlicher Entleerung.

Die Rohrleitung, aus Eisen- oder Stahlblech bestehend, wird vorteilhaft in einen Laufgraben gelegt und dieser mit Erde bedeckt, welche sowohl gegen Hitze als Frost schützt, und bei felsigem Boden die Leitung mit Stroh oder Dünger umgeben, welche vor der Sonne schützen und meist auch das Einfrieren verhindern. Bei strenger Kälte und Anlagen, welche nachts stillstehen, darf auch das Wasser nie völlig abgestellt, sondern es muß durch Öffnen eines Hahnes, Ventiles oder Schiebers in der Nähe der Kraftmaschine ein schwacher Abfluß unterhalten werden, auch darf die Maschine nie ganz abgestellt werden, um das Einfrieren zu verhüten.

Der Untergraben leitet das Wasser von der Kraftmaschine ab und zwar entweder in den Wasserlauf zurück oder in den Obergraben einer darunter liegenden Wasserkraftanlage. Der mit möglichst wenig Gefälle (0,3 bis 0,5 m auf 1000 m) angelegte Graben wird in der Nähe der Fabrik vorteilhaft überwölbt, um einen unbeschränkten Verkehr zu ermöglichen und das Maschinenhaus gegen Eis zu sichern.

Was die Lage der Fabrik anbetrifft, so braucht diese nicht in unmittelbarer Nähe des Maschinenhauses (des Kraftwerkes) angelegt zu werden, sie kann vielmehr, wenn ungünstige Transportverhältnisse dies wünschenswert machen sollten, entfernt und sogar weit entfernt vom Kraftwerke errichtet werden, in welchem Falle ihr dann die zum Betriebe nötige Energie durch elektrische Arbeitsübertragung zugeführt werden muß.

2. Die Wasserkraftmaschinen

werden in Wasserräder und Turbinen unterschieden.

a) Die Wasserräder

drehen sich um eine wagerechte Achse, also in senkrechter Ebene, haben eine sehr einfache Bauart und eignen sich für kleine und mäßige Gefälle und Wassermengen von etwa 0,1 bis 4 cbm in der Sekunde, wobei die kleineren Wassermengen den größeren Gefällen entsprechen.

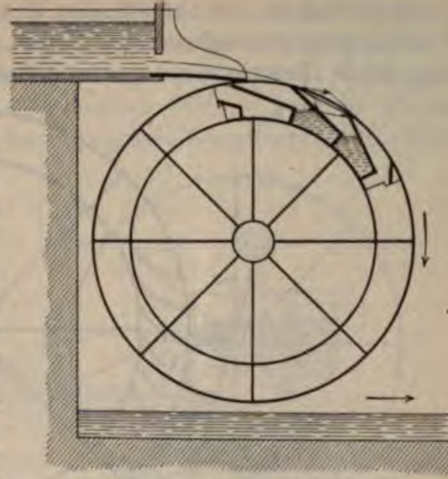
Bei größeren Gefällen läßt man das Wasser im höchsten Punkte oder dessen Nähe in das Rad eintreten, bei kleineren Gefällen in der Höhe der Radachse und bei den kleinsten in der Nähe des unteren Scheitels, wonach man ober-, mittel- und unterschlächtige Wasserräder mit den Zwischenformen rücken- und halbmittelschlächtige Wasserräder unterscheidet.

In ober-, rücken- und mittelschlächtigen Wasserrädern wird die Energie des Wassers durch Druckwirkung desselben auf das Rad übertragen. Die Räder erhalten zu diesem Zwecke an ihrem Umfange Schaufeln von zweckmäßiger Form, welche mit den Radkränzen und dem Radboden Zellen oder Kübel bilden, in welche das Wasser eintritt und in ihnen das Gefälle durchsinkt. Die Drehung und somit Arbeitsleistung erfolgt dann infolge des Übergewichtes der wasserhaltenden gegen die leere Seite.

Damit die Energie des Wassers möglichst gut ausgenutzt wird, müssen die Schaufeln, über welche das Wasser eintritt, eine solche Form haben (geknickt oder gekrümmt), daß die Zellen das Wasser möglichst lange am Ausfließen hindern, dasselbe aber auch ungehindert ein- und ausfließen kann, auch dürfen, um die erste Forderung besser zu erfüllen, die Zellen nur teilweise mit Wasser gefüllt werden. Daneben muß das Wasser stoßfrei gegen die laufenden Schaufeln geführt werden und, da es eine größere Geschwindigkeit haben muß als der Radumfang, wenn es überhaupt in das Rad eintreten soll, am zweckmäßigsten die doppelte Geschwindigkeit des Radumfanges, so muß es vor dem Eintritt eine entsprechende Höhe durchfallen, welche aber als Stoßgefälle nur halb ausgenutzt wird, während das Druckgefälle voll zur Wirkung kommt. Wasserräder dürfen daher, wenn sie einen guten Wirkungsgrad geben sollen, nur langsam umlaufen.

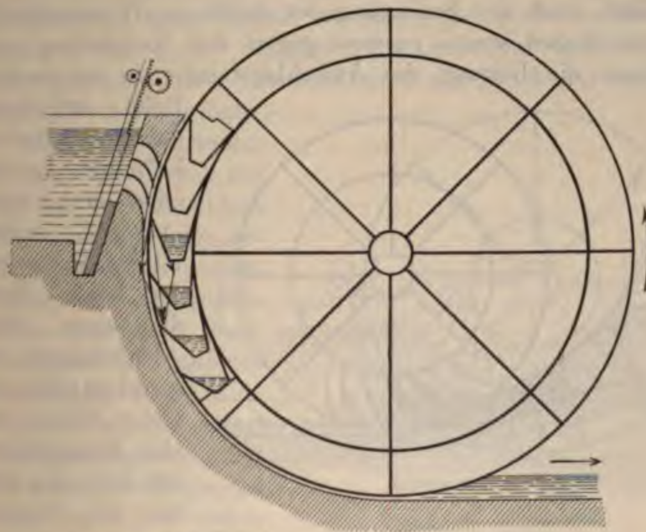
Das zum Betriebe eines oberschlächtigen Rades (Abb. 5) dienende Wasser wird mittels eines Spannschützens geregelt, unter dem es mit einer der Druckhöhe hinter dem Schützen entsprechenden Geschwindigkeit zum Ausflusse gelangt. Da der Strahl weiterhin auch

der Schwerkraft unterworfen ist, so fließt er in der Form einer Wurfparabel, deren Form bei passender Lage der Schützenöffnung gegen den Eintrittspunkt des Rades, richtige Druckhöhe vorausgesetzt, stoßfreien Eintritt gewährt.


Abb. 5. Oberschlächtiges Wasserrad.

Da das oberschlächtige Wasserrad im Gegensatz zu allen übrigen Rädern sich entgegengesetzt bewegt, wie das abfließende Wasser im Untergraben, so muß sein tiefster Punkt über dem höchsten Wasserspiegel im Untergraben liegen (das Rad muß freihängen), weil es sonst durch das abfließende Wasser zurückgehalten würde.

Alle übrigen Räder können im Unterwasser arbeiten, also den durch das Freihängen entstehenden Gefälleverlust nutzbar machen.


Abb 6. Rückenschlächtiges Wasserrad mit Kulisseneinlauf.

Zu diesem Zwecke müssen die Schaufeln der rücken- und mittelschlächtigen Räder (Abb. 6 und 7) so gekrümmt werden, daß die einzelnen Teile derselben und also auch das Ende dem Unterwasser senkrecht entsteigen, in welchem Falle sie, wenn die

Geschwindigkeit des abfließenden Unterwassers so groß ist, wie die Umfangsgeschwindigkeit des Rades, keine Wasserwirbelungen und also keine Energieverluste verursachen. Die Schaufeln müssen aber,

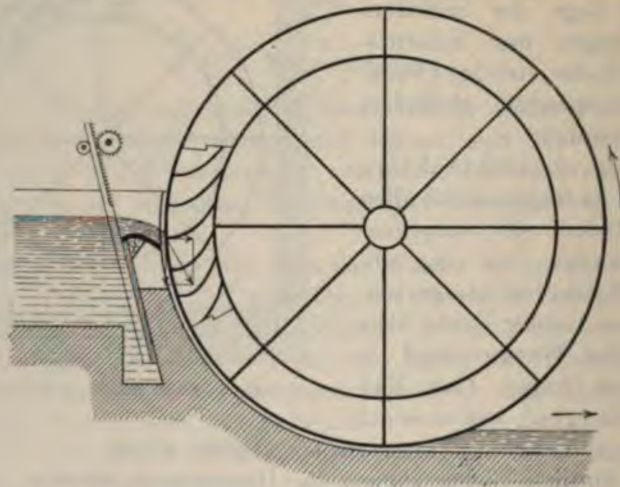


Abb. 7. Mittelschlächtiges Wasserrad mit Überfalleinlauf.

wie erwähnt, auch der Bedingung des stoßfreien Wassereintrittes genügen, was neben einem passend gegen den Radumfang geneigten Schaufelende die Leitung des Aufschlagwassers in vorgeschriebener Bahn erfordert und durch entsprechend gekrümmte Leitbleche (Kulissen), oder einen passend geformten Überfall erreicht werden kann. Beide Bedingungen für das Schaufelende widersprechen sich aber in vielen Fällen, so daß eine Schaufelform gewählt werden muß, bei der die Summe der Verluste durch Stoß beim Eintritt und Wirbelungen beim Austritt am kleinsten sind.

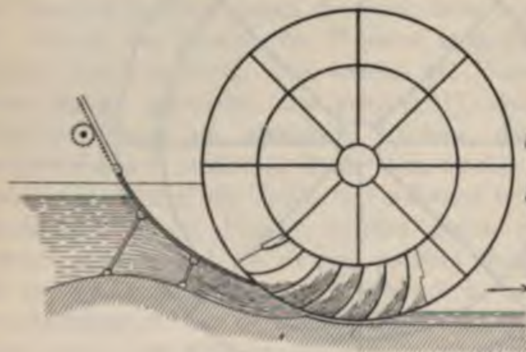
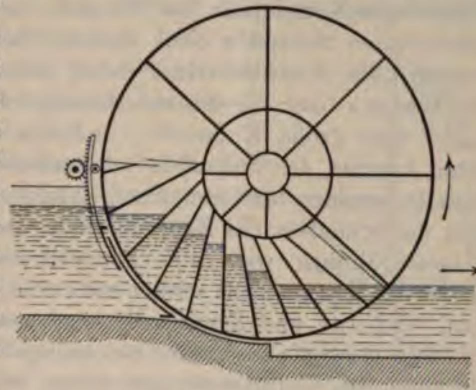


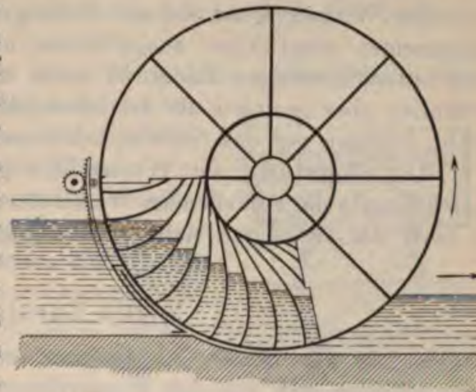
Abb. 8. Ponceletrad.

Damit das Wasser bis möglichst zum tiefsten Punkte im Rade bleibt, werden diese Räder mit einem möglichst eng anschließenden Mantel (Kropf) aus Mauerwerk oder Holz versehen, der den Wasseraustritt fast vollständig verhindert.

In den **unterschlächtigen** Wasserrädern wird die **Bewegungsenergie** des fließenden Wassers ausgenutzt und bei den gewöhnlichen Rädern die größtmögliche Wasserleistung auf das Rad übertragen, wenn die Umfangsgeschwindigkeit desselben halb so groß ist als die Wassergeschwindigkeit. Wegen der unzweckmäßigen Form und Stellung der Radschaufeln, welche das Wasser mit einem Stoß trifft, der Wirbelungen und damit Energieverluste verursacht, ist der Wirkungsgrad dieser Räder aber sehr gering (30 bis 35 v. H.), da außerdem das Wasser mit seiner halben ursprünglichen Geschwindigkeit abfließt und somit einen erheblichen Teil seiner Leistung nicht auf das Rad überträgt.


Abb. 9. Sagebienrad.

Sehr wesentlich vorteilhafter ist das **Ponceletrad** (Abb. 8), dem das Wasser, nachdem seine **Entfernungsenergie** in Bewegungsenergie umgewandelt ist, in vorgeschriebener Bahn so zugeführt wird, daß es die Schaufelenden ohne Stoß trifft, darauf von den passend gekrümmten Schaufelflächen allmählich aus seiner Richtung abgelenkt wird, infolgedessen an den Schaufeln emporsteigt, einen Druck auf dieselben ausübt, allmählich zur Ruhe gelangt, infolge der Schwerkraft abwärts gleitet, dabei weiter auf die Schaufeln drückt und mit einer Endgeschwindigkeit die laufende Schaufel verläßt, welche nahezu gleich und entgegengesetzt der Umfangsgeschwindigkeit ist. Nach dem Verlassen des Rades hat das Wasser daher nur eine sehr geringe Geschwindigkeit und also den größten Teil seiner Energie an das Rad abgegeben. Das Rad ist streng genommen eine Turbine, da die Energieabgabe unter Bewegung des Wassers gegen die Schaufeln erfolgt, und unterscheidet sich von diesen nur dadurch, daß in ihnen das Wasser in bezug auf das Rad nicht zur Ruhe kommt.


Abb. 10. Zuppingerrad.

Unterschlächtige Wasserräder mit gutem Wirkungsgrade für s niedrige Gefälle und große Wassermengen sind das Sagebien- u das Zuppingerrad (Abb. 9 und 10), in denen das Wasser du sein Gewicht bzw. durch Gewicht und Druck wirkt; ihre Umfan geschwindigkeit ist gering und annähernd so groß wie die geri Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers, so daß die geraden bzw. we gekrümmten Schaufeln ohne starken Stoß von dem Wasser getrof werden, der Eintrittsverlust daher gering ist. Um das Überflie des Wassers über die inneren Schaufelkanten zu verhüten, haben Räder eine große Kranztiefe, und um das Aufwühlen des Wass beim Austritt der Schaufeln zu vermindern, sind diese nicht rad gestellt, sondern berühren einen Zylinder vom Halbmesser $^1/_3$ R, au sind die Schaufeln des Zuppingerrades gekrümmt, damit das fließe Wasser, ähnlich wie beim Ponceletrade auch durch Druck wir Damit das Wasser nicht seitlich entweicht, muß der Spielraum zwisch Rad, Gerinne und Kropf sehr enge gehalten werden.

Die Energieverluste, welche bei Wasserrädern auftreten, set sich aus den Gefälleverlusten durch Stoß und infolge Freihänge den Wasserverlusten infolge Verspritzens und zu frühen Auftrete der Bewegungsenergie, welche das Wasser aus dem Rade mitnim und der Reibung des Wassers und der Maschinenteile zusamm Trotz der zahlreichen Verluste ist ihre Summe bei gut gebauten Räd doch gering und bei größeren Gefällen beträgt der Wirkungsgr oberschlächtiger Räder bis 80 v. H.

Der Wirkungsgrad der zur Verringerung der Energieverluste allgemeinen sorgfältiger ausgeführten und teuerern rücken-, mitt und unterschlächtigen Räder ist auch nicht höher als 80 v. H., wöhnlich aber geringer als der oberschlächtiger Räder, weil die V luste, bezogen auf das Gefälle, bei diesen meist gering sind.

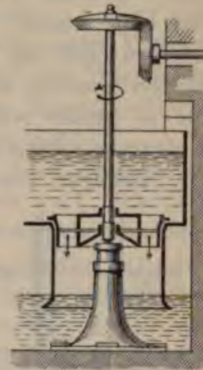
Die Regelung der Wasserräder geschieht in einfacher We durch Regeln der zufließenden Wassermenge mittels Schützen, welc je nach der verlangten Arbeitsleistung geöffnet werden.

b) Die Turbinen

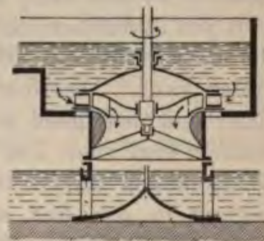
können für alle Gefälle bis herunter auf 0,5 m gebaut werden u unterscheiden sich von den Wasserrädern dadurch, daß sie schnell umlaufen und deshalb kleiner und leichter sind als diese, das Wass in ihnen auch nicht zur Ruhe kommt, sondern die Radkanä durchströmt und auf diesem Wege das ihm innewohnende Arbeit vermögen auf das Rad überträgt.

Zur Aufnahme dieses Arbeitsvermögens ist der Kranz des Tu binenrades mit nach mancherlei Formen gekrümmten Schaufel flächen versehen, denen das Wasser durch gekrümmte Leitblech

(Leitschaufeln) so zugeführt wird, daß es die in Bewegung befindlichen Schaufelenden ohne Stoß trifft, und welche weiter so geformt sind, daß das Wasser durch sie allmählich und entgegengesetzt der Bewegungsrichtung des Rades von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt wird und das Rad je nach seiner Bauart unter einem möglichst kleinen Winkel gegen den Umfang oder die Austrittsebene (Abb. 19 bis 21) verläßt, in welchem Falle das Wasser nach dem Verlassen des Rades eine möglichst geringe Geschwindigkeit besitzt und also seine Energie an das Rad abgegeben hat.


Abb. 11. Axiale Preßstrahlturbine (Jonvalturbine).

Das Wasser kann die Radkanäle vorwiegend in axialer oder in radialer Richtung durchströmen, erstere Turbinen heißen Axial- (Abb. 11 und 13), letztere Radialturbinen (Abb. 12 und 17). In den Axialturbinen strömt das Wasser von oben nach unten oder von unten nach oben durch die Schaufelräume, in den Radialturbinen dagegen entweder von innen nach außen oder von außen nach innen, weshalb man innen beaufschlagte und außen beaufschlagte Radialturbinen unterscheidet (Abb. 17 und 12). Erfolgt der Wassereintritt auf dem ganzen Umfange des Turbinenrades, so heißt die Turbine voll beaufschlagt oder eine Vollturbine (Abb. 11 bis 13), dagegen heißt sie teilweise beaufschlagt, oder eine Partialturbine (Abb. 17 und 18), wenn das Wasser nur auf einem Teile des Umfanges in das Turbinenrad einströmt.


Abb. 12. Francisturbine mit stehender Welle.

Die dem Wasser vermöge seiner Menge und seines Gefälles innewohnende Energie kann nun dadurch zur Arbeitsleistung benutzt werden, daß die vorhandene Entfernungsenergie des Wassers vor seinem Eintritt in das Turbinenrad vollständig in Bewegungsenergie umgewandelt wird, indem man das Wasser vor seinem Eintritt in das Rad das ganze Gefälle durchsinken läßt, darauf in zweckmäßiger Weise, d. h. stoßfrei gegen die in entsprechend schnelle Bewegung gesetzten Schaufelenden führt und durch die gekrümmten Schaufelflächen allmählich und möglichst weit aus seiner ursprünglichen Richtung ablenken läßt. Das Wasser übt dann infolge seiner Ablenkung von der geraden Richtung einen Druck auf die Schaufelflächen aus und setzt dadurch das Rad in Drehung. Diese Druckwirkung kann voll aber nur dann eintreten, wenn das Wasser ausschließlich gegen die hohlen Schaufelflächen drückt, die Zellen also nicht völlig mit Wasser gefüllt sind,

das Wasser also die Kanäle in freien Strahlen durchströmt. Turbine dieser Art heißen daher Freistrahl- oder Druckturbinen (Abb. 1 und 17 nebst Schaufelschnitten Abb. 19 und 20).

Freistrahlturbinen dürfen, wie ersichtlich, ohne wesentliche Be einträchtigung ihres Wirkungsgrades niemals ins Unterwasser taucher müssen vielmehr ähnlich wie oberschlächtige Wasserräder stets übe dem höchsten Unterwasserspiegel aufgestellt werden, da andernfall das Unterwasser in die teilweise mit Luft gefüllten Radkanäle ein dringen und die Druckwirkung des Aufschlagwassers stören würde sie verursachen also immer einen Gefälleverlust, der verhältnismäßi um so größer wird, je kleiner das Gefälle und je veränderlicher de Unterwasserspiegel ist.

Dagegen können Freistrahlturbinen, ohne daß der Wirkungsgra in beachtenswerter Weise sinkt, in ein fachster Weise, d. h. durch Abschließe einzelner Leitkanäle (Abb. 19) für seh veränderliche Wassermengen geregel werden, da die an abgeschlossenen Leit kanälen vorübergehenden Radkanäle ein fach leer laufen, von geöffneten Leit kanälen aber gleich wieder in richtige Weise gefüllt werden.

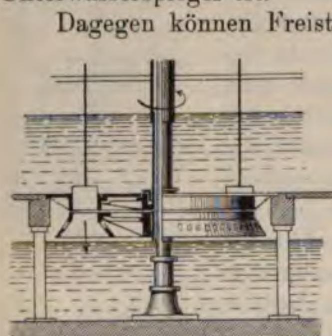


Abb. 13. Axiale Freistrahlturbine mit Ausweitung (Girardturbine).

Die Entfernungsenergie des Wasser kann aber zunächst auch nur teilweis in Bewegungsenergie umgesetzt werden so daß es mit geringerer Geschwindigkeit aus den Leitkanälen in da Turbinenrad strömt, als seinem Gefälle entspricht, was einfach dadurcl bewirkt werden kann, daß die Radkanäle vom Eintritt nach dem Aus tritt hin allmählich und so stark verengt werden, daß das Wasser mi der seinem Gefälle entsprechenden Geschwindigkeit nicht mehr aus treten kann. Die über dem Turbinenrad stehende Wassersäule wirk dann beschleunigend auf das die Radkanäle füllende Wasser und ver braucht dazu einen Teil ihrer Druckhöhe, so daß die Geschwindigkeit de Wassers aus den Leitkanälen und daher auch die Eintrittsgeschwin digkeit in das Rad so lange ab- und die Austrittsgeschwindigkei zunimmt, bis durch den engen Austrittsquerschnitt so viel Wasser aus als durch den weiten Eintrittsquerschnitt eintritt. Das Wasser wir also durch den Druck der über ihm stehenden Wassersäule unter al mählicher Beschleunigung seiner Geschwindigkeit durch die Radkanäl hindurchgepreßt und dreht das Rad daher unter Pressung, weshal diese Turbinen Preßstrahl- oder Überdruckturbinen heiße (Abb. 11 und 12 nebst Schaufelschnitt Abb. 21).

Eine reine Überdruckwirkung findet allerdings niemals statt, d das Wasser infolge der Ablenkung durch die gekrümmten Schaufel

stets auch durch Druck wirkt, aber es kann das Verhältnis beider den vorliegenden Wasserverhältnissen angepaßt werden.

Da das Unterwasser nicht in die mit Preßwasser gefüllten Radkanäle eindringen kann, der Druck im Spalt zwischen den Leitkanälen und dem Turbinenrad auch stets größer gemacht werden kann als der Druck, der über dem Spalt stehenden Wassersäule des Unterwassers, so können Preßstrahlturbinen im Unterwasser arbeiten, also das ganze vorhandene Gefälle ausnützen.

Laufen Preßstrahlturbinen in Luft, so haben sie einen Wasserverlust durch den Spalt, weil der innere Druck auf das Wasser im Spalt stets größer ist als der Druck der Luft. Der Spaltverlust ist aber bei schmalem Spalt, also genauer Arbeit, gering.

Preßstrahlturbinen können aber auch bis 6 m über dem Unterwasser aufgestellt werden, ohne daß Gefälle verloren geht. Es muß dann an das Turbinengehäuse ein luftdichtes, sich allmählich erweiterndes und unter dem Spiegel des Unterwassers mündendes Rohr (Saugrohr) angeschlossen werden (Abb. 11 und 12), welches dadurch, daß jeder folgende Querschnitt größer ist als der vorhergehende und mit Wasser ausgefüllt werden muß, eine saugende Wirkung auf das Wasser ausübt, welche sich auf das Wasser im Turbinenrade überträgt und die Durchflußgeschwindigkeit und deshalb die Wirkung vergrößert, gleichzeitig aber den Spaltverlust verringert.

Dagegen lassen sich Preßstrahlturbinen für veränderliche Wassermengen richtig nur durch gleichzeitige Änderung der Querschnitte der Leit- und Radkanäle in gleichem Verhältnis regeln, was aber sehr große praktische Schwierigkeiten bietet. Die Erfahrung hat indessen gezeigt, daß für nicht allzu sehr schwankende Wassermengen (nicht unter $^1/_2$) der Wirkungsgrad außen beaufschlagter radialer Preßstrahlturbinen (Francisturbinen) nur wenig verändert wird, wenn nur die Leitkanalquerschnitte der Wassermenge entsprechend verändert werden, was sich mittels drehbarer Leitschaufeln (Abb. 22) oder eines drehbaren Leitschaufelkranzes mit federnden Blechschaufeln in einfacher Weise bewirken läßt. Axiale Preßstrahlturbinen (Jonvalturbinen) lassen sich dagegen nur in engen Grenzen befriedigend regeln.

Das An- und Abstellen der Turbinen erfolgt durch einen Einlaßschützen, eine Drosselklappe oder einen Ringschützen am Saugrohr, bzw. bei Spiralturbinen durch einen Einlaßschieber, welche während des Betriebes immer vollständig offen zu halten sind, damit keine Druckhöhe verloren geht, beim Abstellen aber dicht geschlossen werden müssen.

Für hohe Gefälle und geringe Wassermengen lassen sich Vollturbinen nur schlecht verwenden, da diese der geringen Wassermengen wegen kleine Durchmesser und wegen der großen Wassergeschwindig-

keiten große Umfangsgeschwindigkeiten und daher sehr hohe Umlaufszahlen erhalten. Die Umlaufszahl kann aber bei derselben Umfangsgeschwindigkeit dadurch beliebig vermindert werden, daß Räder von großem Durchmesser angelegt, diese aber der geringen Wassermenge entsprechend nur teilweise beaufschlagt und daher als Freistrahlturbinen ausgeführt werden, da Preßstrahlturbinen, teilweise beaufschlagt, der Natur der Sache nach nur einen schlechten Wirkungsgrad haben können.



Abb. 14. Francisturbine mit liegender Welle.

Turbinen für kleine Gefälle müssen, solche für mittlere und hohe Gefälle können mit stehender Welle ausgeführt werden, verlangen aber bei liegender Wellentransmission und meist auch zum Betriebe von Dynamomaschinen ein Rädergetriebe (Abb. 11), welches der hohen Betriebskosten wegen gerne vermieden wird.

Bei mittleren Gefällen werden deshalb gern Vollturbinen mit liegender Welle angeordnet, welche unmittelbar oder mittels Riemen

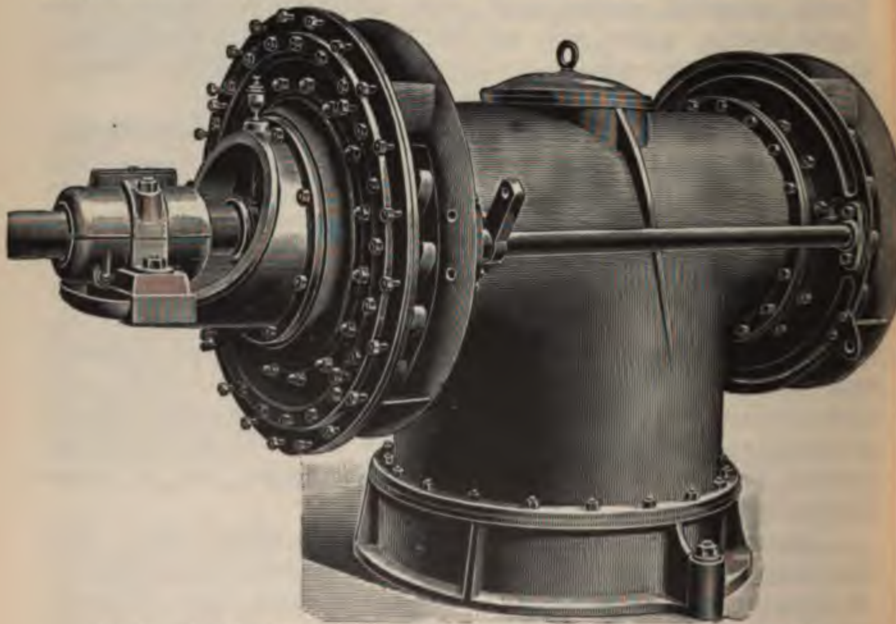
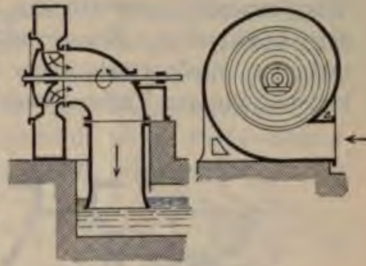


Abb. 15. Zwillings-Francisturbine mit liegender Welle. Von J. M. Voith, Herdenheim

oder Seilen die Transmission oder Dynamomaschine antreiben. Diese Turbinen müssen dann aber in einem Saugrohr aufgestellt, also als Preßstrahlturbinen ausgeführt werden, da sonst die oberen Schaufeln *mit kleinerem* Gefälle arbeiten würden als die unteren, während die

Schaufelung nur einer Gefällhöhe entsprechen kann. Solche Turbinen können für höhere Gefälle auch, wenn erwünscht, unter voller Ausnützung des Gefälles, hochwasserfrei aufgestellt werden.

Für diesen Zweck eignen sich außen beaufschlagte radiale Preßstrahlturbinen (Francisturbinen), der Natur der Sache nach dagegen nicht solche mit innerer Beaufschlagung.


Abb. 16. Spiralturbine.

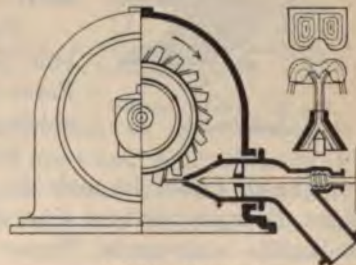
Wird eine solche Turbine in einem Wasserkasten angeordnet so wird das Leitrad mit einem Tragring gegen die Seitenwand des Schachtes geschraubt, während das Laufrad in das Saugrohr ausgießt (Abb. 14). Um bei großen Wassermengen nicht ein zu großes Rad und daher eine zu geringe Umlaufszahl zu erhalten, werden zwei kleinere Räder für die halbe Wassermenge auf dieselbe Welle gesetzt, welche ihr Wasser in ein gemeinschaftliches Saugrohr ausgießen (Zwillingsturbine, Abb. 15).

Wird das Wasser der Turbine durch eine Rohrleitung zugeführt, so läßt man diese zweckmäßig tangential in das Radgehäuse einmünden, welches das Turbinenrad spiralförmig, wie ein Ventilatorgehäuse, umgibt und das Wasser beinahe tangential in das Rad führt, so daß Leitschaufeln nicht nötig sind und an die Stelle der Leitkanäle ein Leitgehäuse tritt (Spiralturbine, Abb. 16).


Abb. 17. Schwamkrugturbine.

Als teilweise beaufschlagte Turbine für nicht übermäßig hohe Gefälle ist die innen beaufschlagte Radialturbine (Schwamkrugturbine, Abb. 17), welche eine liegende Welle hat und deren freistehendes geschlossenes Gehäuse unmittelbar mit der Rohrleitung verbunden werden kann, am zweckmäßigsten.

Teilweise beaufschlagte Turbinen für sehr hohe Gefälle sind die Löffel- oder Becherräder (Peltonräder, Abb. 18), welche, nach Art der unterschlächtigen Wasserräder ausgeführt, an ihrem Umfange Becher tragen, die den auf sie treffenden Wasserstrahl teilen und ihn beiderseits in seine Gegenrichtung umlenken, daher Freistrahlturbinen sind. Sie können auch mit sehr


Abb. 18. Peltonrad.

großem Durchmesser ausgeführt werden und ergeben dann mäßige Umlaufszahlen auch für hohe Gefälle.

Die in den Turbinen auftretenden *Energieverluste*, welche den Wirkungsgrad herabdrücken, entstehen durch Flüssigkeitsreibung in den Leitkanälen, Wasserverlust durch den Spalt (bei Preßstrahlturbinen), Stoßverlust an den Schaufelenden des Turbinenrades, Flüssigkeitsreibung im Turbinenrade, und endlich nimmt das Wasser beim Verlassen des Rades infolge seiner Geschwindigkeit einen geringen Teil seiner Energie mit. Nach Abzug aller dieser Verluste ergibt sich für neuere gut gebaute Räder bei voller Beaufschlagung ein Wirkungsgrad von 75 bis 80 v. H.

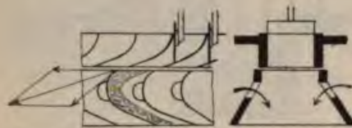


Abb. 19. Schaufelform der Girardturbine.

Die *Regelung der Freistrahlturbinen* erfolgt durch Abschließen von Leitkanälen mittels *Deckel* oder *Schieber* von Hand oder selbsttätig durch einen Geschwindigkeitsregler. *Peltonräder* werden durch Verengung der das Wasser zuführenden *Düse* mittels einer *Spindel* geregelt.



Abb. 20. Schaufelform der Grenzturbine.

Von den Preßstrahlturbinen lassen sich die *Francisturbinen* mittels *drehbarer Leitschaufeln* in nicht zu weiten Grenzen befriedigend regeln.

Bei der Erzeugung von elektrischer Energie ist eine möglichst genaue Regelung der Umdrehungszahl und damit der Wassermenge für plötzliche Belastungsschwankungen von höchstem Wert. Die Regelung wird dabei durch einen *Geschwindigkeitsregler* meist vermittels Druckwasser oder Drucköl bewirkt, das auf den Kolben einer Hilfseinrichtung (*Servomotor*) wirkt, der seinerseits mittels Gestänge die Regeleinrichtung am Turbinenrade verstellt.

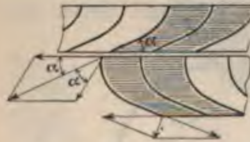


Abb. 21. Schaufelform der Jonvalturbine.

Die wichtigsten Bestandteile einer Turbine sind aber die *Schaufeln*, von deren Form der Wirkungsgrad in weit höherem Maße abhängt als von ihrer sonstigen Bauart.

Die *Schaufeln der Freistrahlturbinen* (Abb. 19 und 20) müssen zum Zwecke einer möglichst guten Energieaufnahme eine solche Form haben, daß sie das in die Radkanäle eintretende Wasser allmählich aber möglichst stark aus seiner Richtung ablenken.

Eine Ablenkung um 180°, welche mit Rücksicht auf die Energieabgabe die günstigste wäre, ist aber praktisch nicht angängig, da das Wasser dann tangential ein- und austreten müßte, was wegen der

fehlenden Ein- und Austrittsöffnungen unmöglich ist. Um den Ablenkungswinkel aber möglichst groß zu erhalten, wird das Wasser (durch die Leitschaufelenden) möglichst wenig geneigt gegen die tangentiale Richtung dem Turbinenrade zugeführt. Dieser Austrittswinkel der Leitkanäle ist aber von der Kranzbreite, welche mit Rücksicht auf eine gute Wasserführung möglichst schmal gehalten werden muß, und der Kranzlänge und daher dem Raddurchmesser abhängig. Je kleiner dieser Winkel also gewählt wird, desto kleiner wird die Austrittsweite und daher bei gleicher Kranzbreite um so größer die erforderliche Zahl der Radkanäle, also die Kranzlänge und daher der Raddurchmesser, damit die zur Verfügung stehende Wassermenge austreten kann, um so geringer aber die Umlaufszahl des Rades. Um möglichst günstige Verhältnisse zu erhalten, wird der Austrittswinkel je nach der Wassermenge zu 15° bis 24°, der Eintrittswinkel der Natur der Sache nach zu 90° gewählt, Ein- und Austrittsrichtung allmählich und so ineinander übergeführt, daß die Querschnittsverengung eine ganz allmähliche wird und die Schaufelenden am Austritt parallel laufen, um Kontraktion und Wirbel zu vermeiden. Schaufelteilung (100—200 mm) und damit Schaufelzahl werden mit Rücksicht auf eine gute Wasserführung bestimmt.

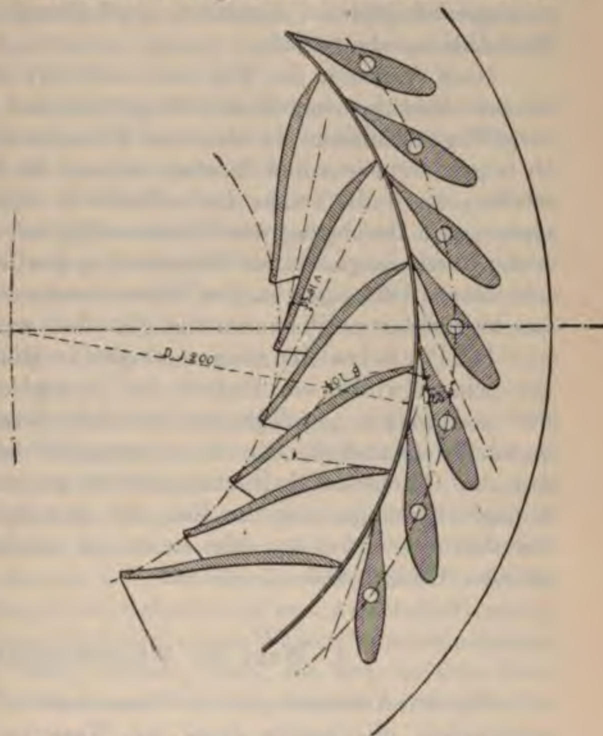


Abb. 22. Schaufelform der Francisturbine (mit drehbaren Leitschaufeln). Gebr. Jänecke, Hannover.

Das Turbinenrad erhält dieselbe Zahl von Kanälen wie das Leitrad.

Der Schaufelwinkel am Eintritt muß, wie die Theorie zeigt, etwa doppelt so groß als der Austrittswinkel der Schaufeln des Leitrades sein, in welchem Falle dann die Geschwindigkeit des Wassers beim Durchgange durch das laufende Rad etwa halb so groß ist als die

Geschwindigkeit, mit der das Wasser aus den Leitkanälen ausströmt. Da die Wassermenge mit ihrer geringen Geschwindigkeit ausströmen muß, sind große Austrittsquerschnitte erforderlich, welche aber große Kanalweiten, daher große Schaufelwinkel am Austritt und große Energieverluste im austretenden Wasser nach sich ziehen würden. Um diese Energieverluste klein zu erhalten, müssen daher die Schaufelwinkel am Austritt klein gewählt und, um trotzdem den erforderlichen Austrittsquerschnitt zu erhalten, die Breite der Radkanäle allmählich erweitert werden (Abb. 19). Um eine vollständige Füllung des Austrittsquerschnittes zu vermeiden, wird derselbe auch für eine größere Wassermenge bestimmt.

Nach Annahme des Ein- und Austrittswinkels werden beide Richtungen allmählich ineinander übergeführt und plötzliche Krümmungen sorgfältig vermieden, da sonst die Wasserstrahlen den Schaufeln nicht zu folgen vermögen und daneben müssen die Schaufelräume gelüftet werden, damit die äußere Luft Zutritt zu den Radzellen hat, was für einen guten Durchgang des Strahles nötig ist. Die Lüftung wird entweder durch entsprechende Verbreiterung des Laufradkranzes am Eintritt oder durch Öffnungen in den Seitenwänden desselben an den Stellen, welche nicht vom Wasserstrahle getroffen werden, bewirkt (Abb. 19).

Die Preßstrahlturbinen werden in ähnlicher Weise geschaufelt, der Schaufelwinkel am Eintritt des Laufrades nach der Theorie aber 90° und größer gewählt und der Schaufelwinkel am Austritt und damit der Ausflußquerschnitt so bestimmt, daß das Wasser durch ihn mit der Geschwindigkeit zum Ausfluß kommt, welche von der Eintrittsgeschwindigkeit in das Rad und dem Spaltenüberdruck herrührt. Die Austrittswinkel aus dem Leit- und Laufrade sind annähernd von gleicher Größe (Abb. 21 und 22).

3. Wahl der Wasserkraftmaschine.

Bei der Ausnützung einer Wasserkraft ist zunächst die Frage zu entscheiden, ob dieselbe durch ein Wasserrad oder eine Turbine erfolgen soll.

Wasserräder können nur für Gefälle bis etwa 15 m und mäßige Wassermengen in Betracht kommen; sie sind wenig empfindlich gegen dauernd stark verunreinigtes Wasser und gegen erhebliche Schwankungen in der Wassermenge und sind auch für geringe Gefälle und Wassermengen besser geeignet als Turbinen, erhalten aber für hohe Gefälle große Abmessungen und sind schwierig auszuführen.

Wasserräder haben zudem geringe Umdrehungszahlen, welche von denen der getriebenen Maschinen meist sehr stark abweichen, weshalb Geschwindigkeitsübersetzungen durch Zahnräder eingeschaltet werden müssen, welche viel Platz einnehmen, kostspielig sind und den Wir-

kungsgrad der Räder sehr herabdrücken. Am besten sind daher Wasserräder geeignet in den seltenen Fällen, wo die zu treibenden Maschinen eine geringe Umdrehungszahl haben, wie z. B. zum Betriebe von Pumpwerken.

Auch dort sind Wasserräder brauchbar, wo der Widerstand der Arbeitsmaschinen sehr veränderlich ist, wie in Hammer- und Walzwerken, da das Rad hier gleichzeitig als Schwungrad wirkt, die zu Zeiten geringen Arbeitsbedarfes überflüssige Energie in sich aufnimmt und dieselbe später wieder abgibt.

Die mit einem einzigen Rade zu erzielende Leistung beträgt etwa 100 PS., für größere Leistungen müssen deshalb mehrere Räder angelegt werden.

Für hohe Gefälle kommen des hohen Wirkungsgrades und der geringeren Anlagekosten wegen in erster Linie oberschlächtige Wasserräder in Betracht und erst bei geringeren Gefällen die übrigen.

Turbinen können für alle Gefälle von etwa 0,5 m an bis zu den höchsten und für die verschiedensten Wassermengen zur Anwendung kommen und eignen sich wegen ihrer größeren Umdrehungszahl besser zum Antrieb der meist benutzten, schneller laufenden Arbeitsmaschinen insbesondere dann, wenn deren Widerstand wenig veränderlich und ein möglichst gleichmäßiger Gang Bedingung ist, wie z. B. für Spinnerei- und Webereimaschinen.

Aber auch zum Antrieb von Arbeitsmaschinen mit veränderlichem und sehr veränderlichem Widerstand, wie z. B. Walzwerken, sind sie brauchbar, wenn sie mit einem entsprechend schweren Schwungrade ausgerüstet werden, welches die Ungleichmäßigkeiten in der Energieabgabe ausgleicht. Ebenso eignen sie sich sehr gut zum Betriebe schnelllaufender Maschinen, wie z. B. von Dynamomaschinen für die Erzeugung elektrischer Energie zur Beleuchtung und Arbeitsübertragung.

Die Turbinen verlangen indessen reines Wasser, Verunreinigungen desselben in Form von Sand, Steinen, Laub, Eis usw. müssen daher zur Verhinderung von Verstopfungen vor dem Eintritt zurückgehalten werden.

Die in einem Rade nutzbar zu machende Leistung ist erheblich höher als die eines Wasserrades und kann unter Umständen (bei höheren Gefällen) 1500 PS. und mehr betragen.

Die Anlagekosten bei den in Betracht kommenden Gefällen sind für die Wasserbauten dieselben, gleichgültig, ob ein Wasserrad oder eine Turbine angelegt wird, dagegen wachsen die Kosten der Wasserräder, auf die Pferdestärke gerechnet, mit dem Gefälle und der Wassermenge, während sie bei den Turbinen abnehmen. Die Kosten für das Maschinenhaus und den Einbau der Räder sind bei kleinen Gefällen für beide Maschinenarten ungefähr gleich groß, sie nehmen aber bei Wasserrädern mit dem Gefälle zu, dagegen bei den Turbinen ab.

Bei der Wahl der Turbinen kommen wesentlich in Betracht das Gefälle, die Schwankungen der Wasserspiegel und die Wassermenge, welche auch die Anzahl der Turbinen bestimmt; sie muß im allgemeinen die Wassermenge und insbesondere bei kleinen und mittleren Gefällen das Gefälle gut ausnutzen, ein möglichst einfaches Triebwerk besitzen, daher bei mittleren und kleinen Gefällen eine möglichst hohe Umdrehungszahl und, wenn möglich, eine wagerechte Achse haben; sich leicht und rasch selbst regeln und gut zugänglich sein.

Für kleine und veränderliche Gefälle sind daher nur Preßstrahlturbinen (Francisturbinen) mit Saugrohrkrümmer am Platze, welche in wasserarmer Zeit, in welcher meist niedrige Wasserstände herrschen und daher ein höheres Gefälle als durchgängig eintritt, die Ausnutzung des Gefälles gestatten, auch erheblich höhere Umdrehungszahlen haben als solche mit freiem Strahl. Bei großen Wassermengen werden am zweckmäßigsten Zwillingsturbinen (zwei kleinere Turbinenräder auf derselben Achse) und, wenn die Umdrehungszahl noch nicht genügen sollte, zwei miteinander verbundene Zwillingsturbinen angelegt.

Für die am häufigsten vorkommenden Gefälle von etwa 3 bis 50 m und nicht zu sehr veränderlicher Wassermenge, bei denen Hochwasserstände nicht selten sind, sind regelbare Preßstrahlturbinen mit wagerechter Achse und Saugrohr vorteilhaft, welche hochwasserfrei aufgestellt werden können, das Gefälle gut ausnutzen und eine hohe Umlaufszahl haben. Ist die Wassermenge sehr veränderlich, so ist eine axiale oder radiale Freistrahlturbine empfehlenswert, welche für sehr veränderliche Wassermengen einfach und vorteilhaft geregelt werden kann, während der geringe Gefälleverlust, der durch Aufstellen des Rades über dem Unterwasser eintritt, nicht sehr ins Gewicht fällt.

Für stark veränderliche und nicht zu große Wassermengen und Gefälle von 60—80 m und mehr und dann, wenn die Preßstrahlturbine eine zu hohe Umlaufszahl liefert, kommen teilweise beaufschlagte Freistrahlturbinen, wie die Schwamkrugturbine und das Peltonrad, zur Anwendung.

II. Die Dampfmaschinenanlage

leistet Arbeit durch Umwandlung der chemischen Energie der Kohle in mechanische Arbeit. Die chemische Energie wird zu diesem Zwecke durch Verbrennung der Kohle im Sauerstoff der atmosphärischen Luft auf dem Roste der Feuerungsanlage als Wärmeenergie frei gemacht, diese durch die bei der Verbrennung entstehenden Heizgase auf das Wasser des Dampfkessels übertragen, dasselbe dadurch in gespannten Dampf verwandelt und dessen Energie in der Maschine in mechanische Arbeit umgesetzt.

Die Dampfmaschinenanlage besteht daher aus der Feuerungsanlage, dem Dampfkessel und der Dampfmaschine.

In den allermeisten Fällen wurden bisher Kolbendampfmaschinen zur Arbeitsleistung verwendet, doch werden für größere Leistungen und insbesondere bei elektrischem Antriebe neuerdings auch vielfach Dampfturbinen als Kraftmaschinen angelegt.

1. Die Kolbendampfmaschinen

leisten Arbeit, indem die Spannkraft des Dampfes den im Zylinder dichtschließenden beweglichen Kolben hin- und herschiebt dadurch, daß der Dampf abwechselnd auf beide Seiten des Kolbens wirkt, während der gegenüberliegende Raum ebenso abwechselnd mit der äußern Luft oder einem Kondensator in Verbindung gebracht wird. Die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens wird dann durch den Kurbelmechanismus in die gleichförmige Drehung der Schwungradwelle umgewandelt, welche die Leistung weiter überträgt.

Die Leistung der Dampfkraft im Zylinder einer Dampfmaschine heißt die indizierte Leistung, und zwar leistet der Dampf mit je 75 kg Überdruck auf den Kolben bei gleichzeitiger Verschiebung desselben um 1 m in der Sekunde eine indizierte Pferdestärke (PS_i). Setzt also beispielsweise der Dampfkolben seiner Fortbewegung einen Widerstand von 1500 kg entgegen, zu dessen Überwindung daher ein Druck von 1500 kg aufgewendet werden muß, und schiebt derselbe in 1″ den Kolben um 1,5 m fort, so beträgt die indizierte Leistung der Maschine $\frac{1500 \cdot 1{,}5}{75} = 30\ PS_i$. Die von der Welle abgegebene Leistung heißt Nutzleistung (PS_e); sie ist um die Widerstände der Maschine in sich kleiner als die indizierte Leistung. Das Verhältnis $\frac{\text{Nutzleistung}}{\text{indizierte Leistung}}$ heißt der mechanische Wirkungsgrad; derselbe wächst mit der Größe der Maschine, beträgt bei den kleinsten Maschinen etwa 0,65 und steigt bei großen auf etwa 0,90 und höher, indem die Widerstände langsamer zunehmen als die Leistung.

Für einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb ist die Maschine so einzurichten, daß die Ausgaben für die Leistungseinheit, die Pferdestärke, so gering als möglich werden, was dann der Fall ist, wenn die Kosten für die Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals, den Brenn- und Schmierstoff und die Bedienung für die Pferdestärke den kleinsten Betrag erreichen. Zwar nehmen die Anlagekosten mit der Ausnutzung des Arbeitsvermögens des Dampfes, also mit der Abnahme der Brennstoffkosten zu, da diese aber meist die größten und laufenden Ausgaben verursachen, so ist im all-

gemeinen eine möglichst gute Ausnutzung des Dampfes wirtschaftlich von Vorteil und das um so mehr, je mehr Brennstoff sich durch bessere Ausnutzung des Dampfes ersparen läßt, je größer also die Leistung der Maschine ist, je ununterbrochener diese arbeitet und je teuerer der Brennstoff ist.

Die schlechteste Dampfausnutzung ergibt sich, wenn der Kolben durch Frischdampf bis an sein Hubende geschoben wird, da dann der ganze Zylinderraum mit Frischdampf gefüllt werden muß, also große Dampfmengen gebraucht werden und der gebrauchte Dampf mit hoher Spannung austritt, also einen großen Teil seines Arbeitsvermögens mitnimmt, der für die Leistung in der Maschine verloren ist. Trotzdem kann eine solche Volldruckmaschine, da sie die kleinsten Abmessungen erfordert, also billig ist, unter Umständen wirtschaftlich vorteilhaft sein und zwar dann, wenn sie mit häufigen und großen Unterbrechungen arbeitet, also wenig Brennstoff verbraucht, Gelegenheit zu großer Brennstoffersparnis daher nicht vorhanden und der Brennstoff billig ist.

Eine bessere Dampfausnutzung und daher ein geringerer Dampfverbrauch für dieselbe Leistung läßt sich dadurch erzielen, daß nur ein Teil des Zylinders mit Frischdampf gefüllt, dann aber der Zylinder abgeschlossen wird. Der Frischdampf wirkt dann anfänglich mit seinem vollen Druck, nach dem Abschluß aber vermöge seiner Eigenschaft, jeden ihm dargebotenen Raum auszufüllen, bis zum Hubende mit abnehmender Kraft (Dehnkraft, Expansivkraft) auf den Kolben, ohne daß diese Kraft weitere Kosten verursacht, und verläßt dann mit geringerer Spannung, also geringerem Arbeitsvermögen, den Zylinder, so daß ein größerer Teil seines Arbeitsvermögens nutzbar gemacht ist (Expansionsmaschine).

Je weiter aber die Dampfdehnung getrieben wird, um so kleiner wird der mittlere Dampfdruck auf den Kolben, der außer der Geschwindigkeit die Leistung der Maschine bestimmt, desto größer werden bei gleicher Spannung also die erforderlichen Abmessungen des Zylinders für dieselbe Leistung, desto schwerer wird das Gangwerk für einen gleichförmigen Betrieb und desto höher werden die Anlagekosten der Maschine. Da überdies der Arbeitsgewinn auf der letzten Wegstrecke des Kolbens um so geringer wird, je weiter die Dehnung bereits getrieben ist, während die Anlagekosten stark wachsen, so ist eine übermäßig weit getriebene Dampfdehnung wirtschaftlich unvorteilhaft und würde es selbst dann sein, wenn die Maschine „vollkommen“ wäre, d. h. Dampfverluste nicht auftreten würden.

Mit alleiniger Rücksicht auf den Dampfverbrauch gibt es allerdings eine „kleinste“ Füllung und zwar ist das diejenige, welche am Hubende noch einen Druck auf den Kolben ergibt, der imstande ist, den Widerstand des ausströmenden Dampfes und den der leeren

Maschine zu überwinden, indem andernfalls die fehlende Arbeit dem Schwungrad entnommen werden müßte, was einen unruhigen Gang zur Folge haben würde.

Diese „kleinste“ Füllung ist aber selbst für eine „vollkommene“ Maschine unwirtschaftlich. Mit abnehmender Füllung nimmt nämlich auch der mittlere Druck auf den Kolben ab, so daß bei gleicher Kolbengeschwindigkeit immer größere Zylinderabmessungen und schwerere Gangwerke für einen gleichförmigen Betrieb nötig werden. Die Anlagekosten wachsen daher fortwährend, während der Arbeitsgewinn, gleiche Wegstrecken des Kolbens vorausgesetzt, fortwährend abnimmt. Die Dehnung ist aber nur so lange vorteilhaft, als die durch die vergrößerten Anlagekosten verursachten Ausgaben durch den Arbeitsgewinn gedeckt werden, und der „wirtschaftlich günstigste“ Füllungsgrad selbst der „vollkommenen“ Maschine übertrifft daher den „kleinsten“ um so mehr, je mehr die Anlagekosten den Brennstoffkosten gegenüber ins Gewicht fallen, ist daher bei unterbrochenem Betrieb größer als beim Dauerbetrieb und bei kleinen Maschinen größer als bei großen, indem die Anlagekosten in geringerem Maße wachsen als die Leistungen.

Eine wirkliche Maschine ist aber nicht „vollkommen“ und gebraucht zu ihrem Betriebe eine größere Dampfmenge, als ihrem Füllungsraume entspricht, indem ein Teil des Dampfes am Kolben, den Stopfbüchsen und den Steuerungsteilen, die nicht völlig dicht sind, vorbeigeht, also keine Arbeit leistet und ein weiterer Teil sich an den abgekühlten Zylinderwänden niederschlägt, wodurch sein Arbeitsvermögen vernichtet wird. Beide Verluste wachsen aber mit zunehmender Dampfdehnung, also abnehmender Füllung, und zwar der Verlust infolge Undichtigkeiten wegen des wachsenden Druckunterschiedes vor und hinter dem Kolben und der Niederschlagsverlust wegen der wachsenden Abkühlung der Zylinderwände, da mit dem Druck auch die Temperatur des Dampfes und somit auch der Zylinderwände abnimmt; diese Verluste betragen oft 20 bis 30 v. H. des Füllungsraumes und manchmal noch weit mehr. Es ist deshalb einzusehen, daß bei kleinen Füllungen wegen der großen Verluste unter Umständen größere Dampfmengen erforderlich sind als bei größern Füllungen und kleinen Verlusten.

Die bei kleineren wirtschaftlich günstigsten Füllungsgraden eintretenden Niederschlagsverluste können durch Heizung der Zylinderwände noch verringert werden, zu welchem Zwecke der Zylinder mit einem durch Frischdampf gespeisten Heizmantel versehen wird, der die Abkühlung der Zylinderwände verhindert, weshalb sich nur sehr wenig Dampf niederschlägt. Versuche haben ergeben, daß 8 bis 9 v. H. Manteldampf einen Gewinn von 40 v. H. an Arbeitsdampf erzielten, doch soll die Heizung niemals so kräftig sein, daß Wärme aus dem

Heizdampf in den Arbeitsdampf übergeht, weil diese bei der Umwandlung in Arbeit wesentlich schlechter ausgenutzt wird, als die mit dem Arbeitsdampf in den Zylinder gelangende Wärme.

Bei Maschinen mit großer Füllung ist die Wirkung des Dampfmantels gering, weil die Zylinderwände nur wenig abgekühlt werden

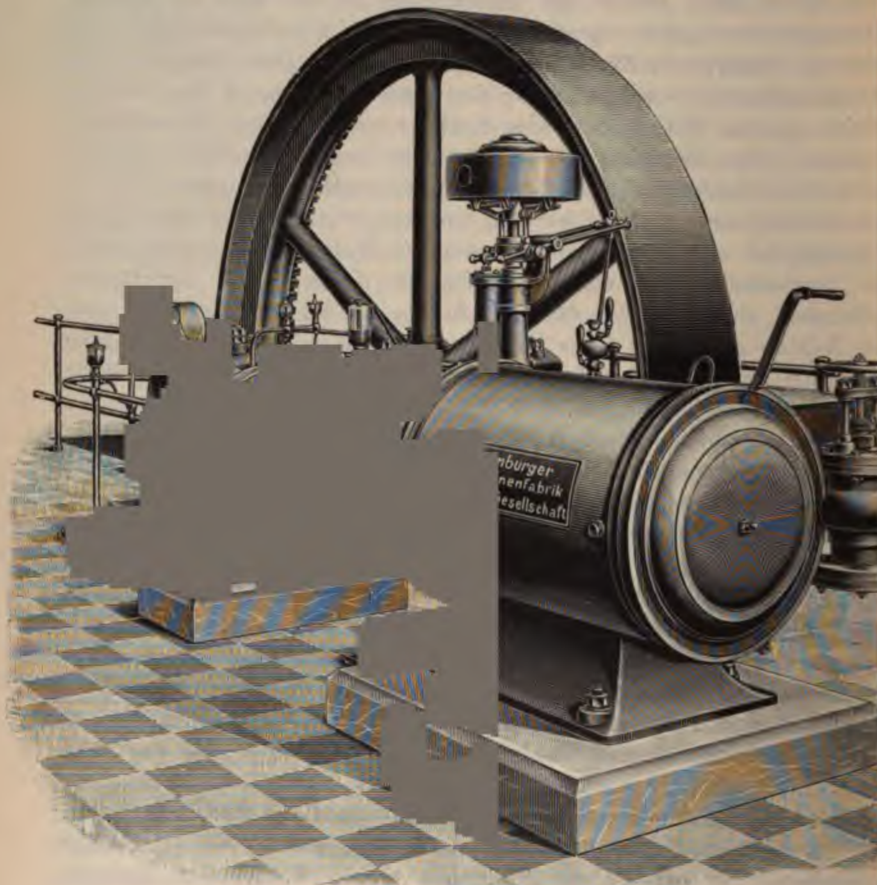


Abb. 23. Liegende Einzylinder-Auspuffmaschine mit Schiebersteuerung der Bernburger Maschinenfabrik A.-G.

weshalb es bei solchen Maschinen zweckmäßiger ist, eine Wärmeschutzhülle auf dem Zylinder anzubringen, welche das ununterbrochene Ausstrahlen der Wärme aus dem Dampf durch die Zylinderwand nach außen verhindert.

Aus demselben Grunde ist bei allen Dampfmaschinen die Dampfleitung vom Kessel her gut mit Wärmeschutzmasse zu umhüllen, auch sind unmittelbar vor der Maschine Dampftrockner oder

Wasserabscheider in die Dampfleitung einzuschalten, um die unvermeidliche Feuchtigkeit, welche der Wärme das Wandern erleichtert, also die Abkühlung begünstigt, aus dem Dampfe zu entfernen, ehe dieser in den Zylinder kommt.

Einzylindermaschinen kommen nur noch für mäßige Leistungen und Dampfspannungen zur Anwendung, sowie in den Fällen, in denen einfache Ausführung und geringe Anlagekosten, bei mäßigen Ansprüchen an die Sparsamkeit des Dampfverbrauches gefordert wird, wie es bei unterbrochenem Betriebe vorteilhaft sein kann. Wird dabei eine größere Gleichförmigkeit des Ganges verlangt, so müssen Zwillings- oder Drillingsmaschinen verwendet werden, bei denen die Arbeit auf zwei oder drei entsprechend kleinere Zylinder mit gleicher Füllung verteilt wird, deren Kurbeln um 90 oder 120° gegeneinander versetzt sind. Der Dampfverbrauch ist dann wesentlich derselbe, wie der einer gleichstarken Einzylindermaschine (Abb. 23).

Für kleinere Leistungen ist es wirtschaftlich vorteilhaft, mäßig gespannten Dampf (5 bis 8 Atm.) in einem Zylinder auszunutzen, was eine billige Anlage ermöglicht, deren Kosten den Brennstoffkosten gegenüber mehr ins Gewicht fällt als bei größeren Leistungen.

Für größere Leistungen von etwa 60 bis 80 PS. an empfiehlt es sich dagegen, höher gespannten Dampf (7 bis 10 Atm.) zu verwenden, der sich ohne nennenswert höhern Brennstoffaufwand herstellen läßt, aber geringere Füllungen und daher geringere Dampfmengen erfordert als Dampf von niedriger Spannung. Mit abnehmender Füllung wachsen aber, wie schon auseinandergesetzt, die Dampf- und Niederschlagsverluste, welche vermindert werden müssen, wenn die Verwendung höher gespannten Dampfes lohnend sein soll. Diese Verluste lassen sich aber, allerdings unter Aufwendung höherer Anlagekosten für die Maschine, dadurch sehr verringern, daß die Dampfdehnung und Arbeitsleistung der Maschine auf zwei Zylinder verteilt wird, die der Dampf nacheinander durchströmt, deren jeder also bei derselben Gesamtdehnung mit größerer Füllung arbeitet als eine einzige Einzylindermaschine, infolgedessen die Druck- und Temperaturunterschiede in jedem Zylinder und damit die Verluste abnehmen. Die Verteilung der Arbeit auf beide Zylinder erfolgt gewöhnlich so, daß beide die gleiche Arbeit leisten, so daß der zweite Zylinder, der Niederdruckzylinder, einen größern Durchmesser erhalten muß, als der erste, der Hochdruckzylinder.

Die beiden Zylinder einer solchen Zweifach-Expansionsmaschine können parallel nebeneinander angeordnet werden, in welchem Falle jeder Kolben auf eine besondere Kurbel wirken muß oder in eine Linie hinter- oder übereinander, in welchem Falle beide Kolben auf eine gemeinschaftliche Kurbel arbeiten (Tandem-

maschine, Abb. 24). Bilden die Kurbeln bei nebeneinander liegenden Zylindern einen Winkel von 0° oder 180° miteinander, so strömt der Dampf aus dem Hochdruckzylinder sofort in den Niederdruckzylinder

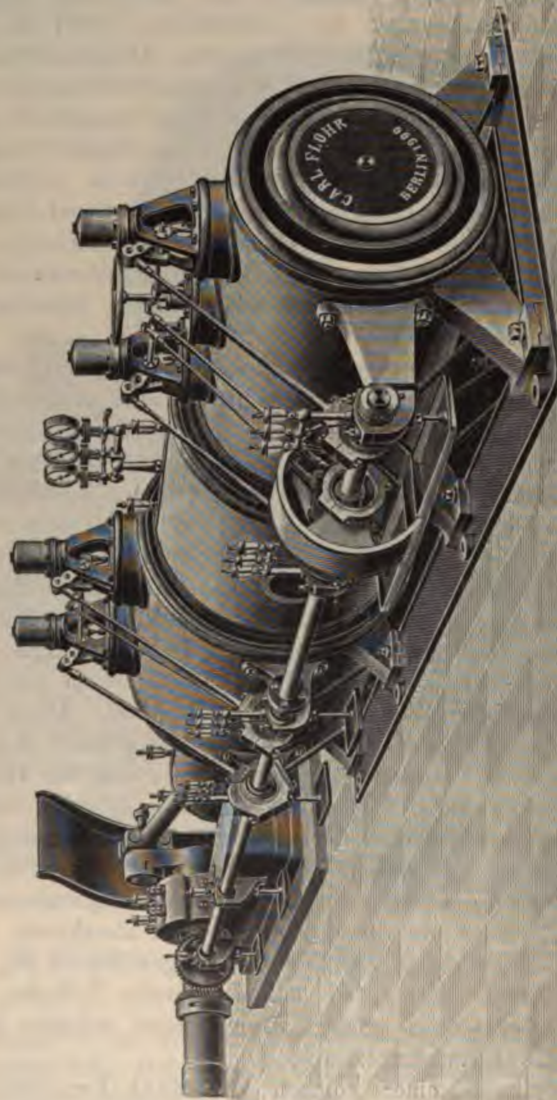
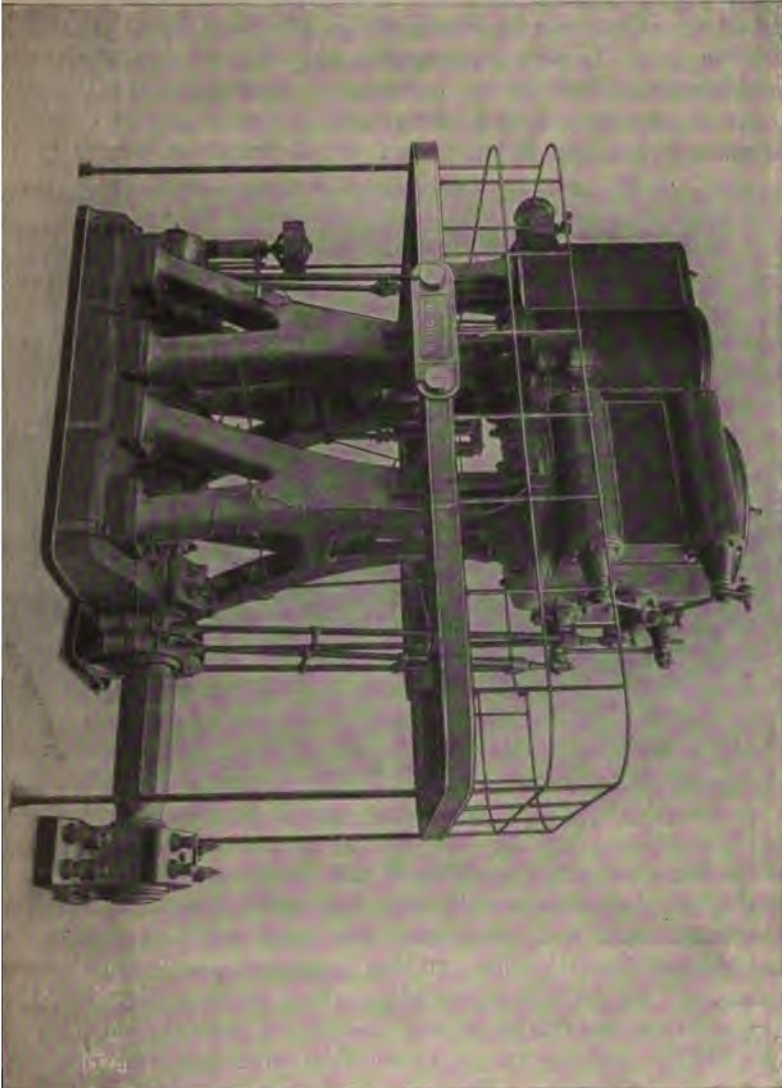


Abb. 24. Liegende Tandem-Verbund-Dampfmaschine von 250 Nutz-Pferdestärken mit Ventilsteuerung „Patent Prof. Stumpf“ von Carl Flohr, Maschinenfabrik, Berlin N.

und die Dehnung findet ununterbrochen in beiden Zylindern statt (Woolfsche Maschine). Werden dagegen die Kurbeln um irgend einen andern Winkel gegeneinander versetzt, so muß ein Aufnehmer (Be-

ter, **Receiver**) eingeschaltet werden, der den dem Hochdruck-
nder entströmenden Dampf so lange aufnimmt, bis sich der Kolben
Niederdruckzylinders in einer aufnahmefähigen Stellung befindet
rbundmaschine, Abb. 25). Ein solcher Aufnehmer ist auch bei



lemmaschinen in vielen Fällen vorteilhaft, weil dann die Arbeit
beide Zylinder nach Belieben geregelt werden kann. Selbst-
tändlich erfordert jeder Zylinder einer Verbund- und Tandem-
chine mit Aufnehmer eine besondere **Steuerung** (Abb. 24 und 25).

Für den Fabrikbetrieb eignen sich im allgemeinen Tandemmaschinen mit hintereinander liegenden Zylindern am besten; sie sind billiger als gleich starke Verbundmaschinen, nehmen weniger Raum in der Breite ein und verursachen geringere Ausbesserungskosten. Verbundmaschinen mit meist um 90° versetzten Kurbeln sind da am Platze, wo die Maschine aus jeder Lage leicht angehen soll.

Für große Leistungen empfiehlt es sich, auf eine noch weitere Dampfersparnis Bedacht zu nehmen, zu diesem Zwecke Dampf von 10 bis 14 Atm. Spannung zu verwenden, der noch geringere Füllungen gestattet, und dessen Dehnung auf drei Zylinder zu verteilen. Man

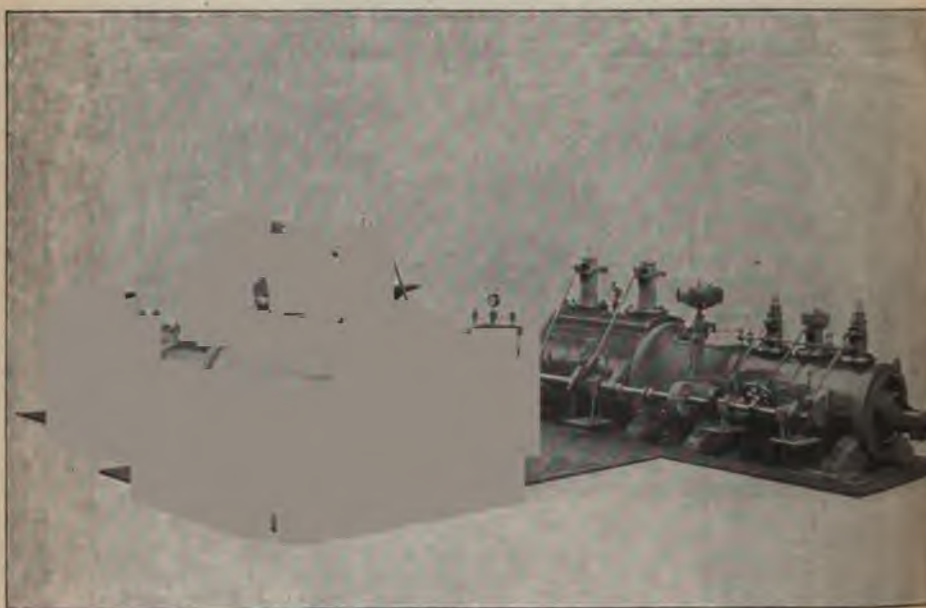


Abb. 26. Liegende Dreifach-Expansionsmaschine von A. Borsig, Berlin.

sollte sich aber vergegenwärtigen, daß der Dampfverbrauch sich zwar verringert, der Ölverbrauch aber bedeutend steigt, die Bedienung schwieriger wird und Raumbedarf und Preis erheblich größer werden und vielfach das $1^1/_2$ fache von den gleichwertigen Verbundmaschinen betragen. Es ist daher im allgemeinen zweckmäßig, Dreifach-Expansionsmaschinen erst bei Maschineneinheiten über 1200 bis 1500 PS. und nur für solche Betriebe anzulegen (elektrische Kraftstationen, Spinnereien, Webereien), welche mit durchgehend voller Belastung arbeiten, da bei weniger als halber Belastung die Maschine merklich unruhiger arbeitet und Störungen insbesondere bei der Erzeugung von elektrischer Energie vorkommen können.

Von den möglichen Anordnungen der drei Zylinder ist die

Tandem-Dreifach-Expansionsmaschine (Abb. 26), deren Hoch- und Mitteldruckzylinder hintereinander liegen und auf eine gemeinschaftliche Kurbel wirken, während der Niederdruckzylinder auf eine besondere zweite Kurbel arbeitet, welche beide um 90° gegeneinander versetzt sind, wegen der verhältnismäßig geringen Rauminanspruchnahme, guten Übersichtlichkeit und bequemeren Bedienung für Fabrikzwecke am meisten empfehlenswert.

Die Anwendung noch höherer Dampfdrücke und Ausnutzung derselben in vierfacher Expansion ist für Fabrikzwecke nicht vorteilhaft, da Bau und Betrieb der Maschine derart schwierig werden und der erzielbare Arbeitsgewinn verglichen mit dem einer Dreifach-Expansionsmaschine sich so langsam vermehrt, daß die vermehrten Anlage- und Betriebskosten dadurch nicht gedeckt werden.

Bei den Mehrfach-Expansionsmaschinen ist der Heizmantel wegen der geringen Temperaturunterschiede zwischen ein- und austretendem Dampf von geringerem Werte als bei Einzylindermaschinen, doch wird er von guten Fabriken an allen Maschinen angebracht und dient dann zum gründlichen Anwärmen vor jeder Ingangsetzung und ist zweckmäßig, um die Maschine bei längeren Stillständen, z. B. über Feiertage, angewärmt zu erhalten und dadurch die Laufflächen vor Formveränderungen infolge starker Temperaturschwankungen zu bewahren. Eine Heizung des Aufnehmers ist wegen der geringen Druck- und Temperaturunterschiede des Aufnehmerdampfes ohne Nutzen und besser eine sorgfältige Umhüllung des Aufnehmers mit Wärmeschutzmasse, welche die Wärmeausstrahlung nach außen verhindert.

Endlich ist es nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß Mehrfach-Expansionsmaschinen nur da von wesentlichem Vorteil sind, wo sie ohne Stillstände und bei möglichst gleichbleibender Belastung arbeiten können, so daß schädliche Abkühlungen der Zylinder nicht stattfinden, wie z. B. in Spinnereien und Webereien. Je öfter und länger die Maschine stillsteht und je öfter sie mit geringerer Füllung arbeitet, desto stärker wird die Abkühlung der Zylinderwände und desto geringer der mit der Mehrfach-Expansion verbundene Vorteil.

Dasselbe Ziel, die Niederschlagsverluste im Zylinder der Dampfmaschine durch Mantelheizung und Verteilung der Dampfdehnung auf mehrere Zylinder zu vermindern, läßt sich auch durch Verwendung von überhitztem Dampf statt des gewöhnlichen gesättigten Dampfes erreichen.

Überhitzter Dampf hat eine höhere Temperatur als seiner Spannung entspricht und entsteht dadurch, daß der gesättigte Dampf nach seinem Austritt aus dem Kessel noch mit einer trocknen Heizfläche des sog. Überhitzers (Abb. 43 und 44) in Berührung gebracht wird, ehe er in die Dampfleitung nach der Maschine strömt.

Im Überhitzer nimmt der gesättigte Dampf noch Wärme auf, so daß bei gleichbleibender Spannung seine Temperatur zunimmt, er kann daher, da er Wärme abgeben kann, ohne daß sich sofort ein Teil zu Wasser niederschlägt, also sein Arbeitsvermögen verliert, bei genügender Überhitzung die unvermeidlichen Abkühlungen in der Dampfleitung und dem Zylinder ertragen und das um so mehr, als Heißdampf wegen seiner Trockenheit ein viel schlechterer Wärmeleiter ist als gewöhnlicher Sattdampf und deshalb weniger Wärme an die Metallwandungen verliert.

Da der Heißdampf auch eine geringere Dichte hat als Sattdampf, so gebraucht er zwar zu einer Füllung eine geringere Dampfmenge, aber er leistet auch weniger Arbeit, so daß der nutzbare Dampfverbrauch bei der Heißdampfmaschine nicht kleiner ist als bei der Sattdampfmaschine, aber es fallen die Abkühlungs- und Niederschlagsverluste fast vollständig fort, während allerdings die Dampflässigkeitsverluste etwas größer werden, weil der Heißdampf flüssiger ist als der Sattdampf. Die Verluste betragen daher bei Einzylindermaschinen und Überhitzung des Dampfes um 100° nur 10 v. H., bei Zweifach-Expansionsmaschinen 20 v. H. und bei Dreifach-Expansionsmaschinen 30 v. H. der Verluste gleicher Sattdampfmaschinen, so daß die Dampf- und Brennstoffersparnis bei kleinen Maschinen verhältnismäßig größer ist als bei größeren und zwar infolge der geringen Abkühlungsverluste, welche bei kleinen Maschinen im Betriebe mit Sattdampf sehr bedeutend sind.

Daneben kann der Dampfdruck niedriger gewählt und die Dampfdehnung auf weniger Zylinder verteilt werden, was billigere und einfachere Maschinen ergibt, ebenso können des geringern Dampfverbrauches wegen die Kessel kleiner gewählt werden, was in Verbindung mit der geringeren Dampfspannung eine billigere Anlage zur Folge hat. Der Dampfverbrauch nimmt bei Heißdampf zwar auch mit Erhöhung der Dampfspannung ab, aber in sehr viel geringerem Maße als bei Sattdampf, so daß hohe Spannungen hier weniger wichtig sind.

In der Neuzeit werden meist Heißdampfmaschinen mit 10 bis 14 Atm. Dampfspannung und 100° Überhitzung verwendet und für kleinere Betriebe meist Verbundmaschinen, für Großbetriebe dagegen Tandem-Dreifach-Expansionsmaschinen angelegt, weniger um durch Teilung des Temperaturunterschiedes die Abkühlungsverluste zu vermindern, als um eine große Gleichförmigkeit des Ganges zu erzielen.

Zu beachten ist jedoch, daß überhitzter Dampf besondere Aufmerksamkeit in bezug auf Wartung und Bedienung und vor allem die Verwendung geeigneter Zylinderschmieröle verlangt, auch Rohrleitungen und Dampfmaschinen für die Verwendung von überhitztem Dampf

besonders eingerichtet werden müssen, wenn nicht mehr Schaden als Nutzen eintreten soll.

Auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes ist die Kolbengeschwindigkeit der Maschine insofern von Einfluß, als mit ihr die Zylinderabmessungen, die Gestängegewichte und damit die Anlagekosten abnehmen, ebenso sind hohe Umdrehungszahlen, welche kurze Kolbenhübe und daher billige Zylinder erfordern, wirtschaftlich von Vorteil, doch durch die Wirkung der Massen der hin- und hergehenden Maschinenteile, welche bei zu großer Geschwindigkeit und zu schneller Bewegungsumkehr Stöße im Gestänge hervorrufen, beschränkt und daher um so geringer zu wählen, je größer die Gestängegewichte sind. Von kleineren Maschinen und einigen besonderen Maschinenformen abgesehen, sind deswegen nur Umdrehungszahlen von 100 bis 200 in der Minute zweckmäßig, obgleich in vielen Fällen höhere Umdrehungszahlen wünschenswert wären, um geringere Geschwindigkeitsübersetzungen auf die Transmission zu erhalten.

Eine weitere Dampfersparnis gegenüber Dampfmaschinen, die ihren Abdampf in die freie Luft auspuffen, läßt sich durch Verminderung des Gegendruckes des Abdampfes erreichen, der bei Auspuffmaschinen etwa 1,2 Atm. beträgt und von dem treibenden Dampfdrucke überwunden werden muß. Wird der Abdampf dagegen in einen Kondensator geleitet, in welchem er zu Wasser niedergeschlagen wird, so entsteht auf der Abdampfseite eine Luftverdünnung (Vakuum) und es kann dadurch der Gegendruck bis auf 0,2 Atm. vermindert werden, so daß zur Leistung derselben Arbeit ein geringerer mittlerer treibender Druck auf den Kolben und daher eine geringere Füllung erforderlich ist.

Die Niederschlagung des Dampfes geschieht allgemein durch Kühlwasser. Um ein wirksames Vakuum zu erzielen, müssen das warme Wasser, die mit dem Kühlwasser und durch Undichtigkeiten eingedrungene Luft und geringe, nicht niedergeschlagene Dampfreste fortwährend aus dem Kondensator entfernt werden, zu welchem Zwecke Einrichtungen (Pumpenanlagen) erforderlich sind, welche die Maschine verteuern und den Eigenwiderstand derselben erhöhen, also den Wirkungsgrad herabdrücken.

Bei kleinen Maschinen tritt eine verhältnismäßig starke Verteuerung der Maschine durch die Kondensation ein und es läßt sich eine Grenze aufstellen, bei der die Kosten für Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung der Kondensation mehr betragen, als die Ersparnis an Brennstoff. Unterhalb dieser Grenze, welche bei etwa 30 PS. liegt, ist die Kondensation dann nicht mehr vorteilhaft; bei großen Maschinen kann das Gleiche eintreten, wenn der Betrieb nur wenige Stunden täglich dauert, die Brennstoffkosten daher gering sind.

Die Dampfniederschlagung wird entweder durch unmittelbare Mischung des Kühlwassers mit dem Dampf bewirkt (Mischkondensation) oder dadurch, daß das Wasser durch Wände von dem Dampf getrennt gehalten wird (Oberflächenkondensation).

Von größter Wichtigkeit für eine gute Wirkungsweise der Mischkondensation, welche in zylindrischen schmiedeeisernen Kesseln erfolgt, ist die Wasserverteilung im Kondensator. Diese geschieht am besten in Form von Wasserschleiern, hervorgebracht durch den Überlauf des Wassers über gerade oder gebogene Ränder oder durch Erzeugung von Wasserstrahlen oder Tropfen, welche letzteren durch flache mit Löchern und einem Rande versehene Teller, durch Staubrohre oder Düsen erzeugt werden, so daß

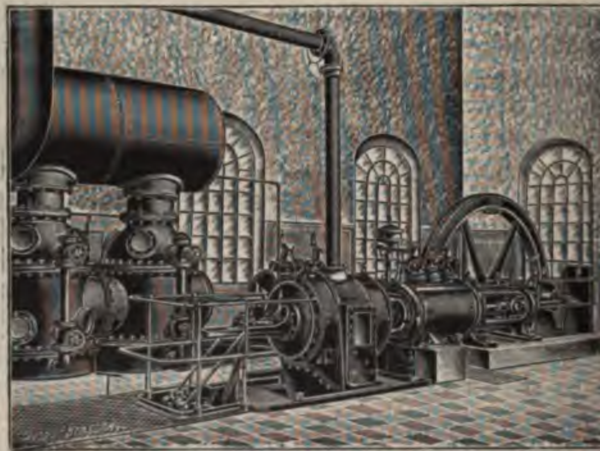


Abb. 27. Tandem-Verbundmaschine mit Kondensation von Balcke & Co., Bochum.

große Wasseroberflächen, schneller Wechsel der Wasseroberfläche und möglichst lange Berührungszeit zwischen Dampf und Wasser erzielt wird, was Grundbedingungen für eine schnelle und hohe Erwärmung des Wassers sind.

Weiter kann die Mischkondensation dadurch bewirkt werden, daß der Dampf mit dem möglichst gleichmäßig verteilten Kühlwasser oben in den Kondensator eintritt und beide mit verschiedenen Geschwindigkeiten nach unten strömen, so daß sich dort Wasser, Luft und nicht niederschlagbare Gase ansammeln, welche von einer sog. nassen Luftpumpe abgesaugt werden (Parallel- oder Gleichstromkondensation) oder wirksamer und mit geringerem Wasserverbrauch dadurch, daß der Abdampf im Kondensator dem Kühlwasser entgegengeführt wird, der Dampf unten und das Kühlwasser oben eintritt und die Luft im höchsten Punkte in der Nähe des

Wassereintrittes, wo sich sämtlicher Dampf niedergeschlagen hat, durch eine sog. trockene Luftpumpe abgeführt, während das warme Wasser durch eine besondere Warmwasserpumpe entfernt wird (Gegenstromkondensation, Abb. 28).

Bei Saughöhen des Kühlwassers bis etwa 8 m läuft wegen des Vakuums im Kondensator das Wasser demselben infolge des Überdrucks der äußeren Luft von selbst zu, bei größeren Saughöhen muß dasselbe dem Kondensator durch eine besondere Pumpe, die Kaltwasserpumpe, zugeführt werden.

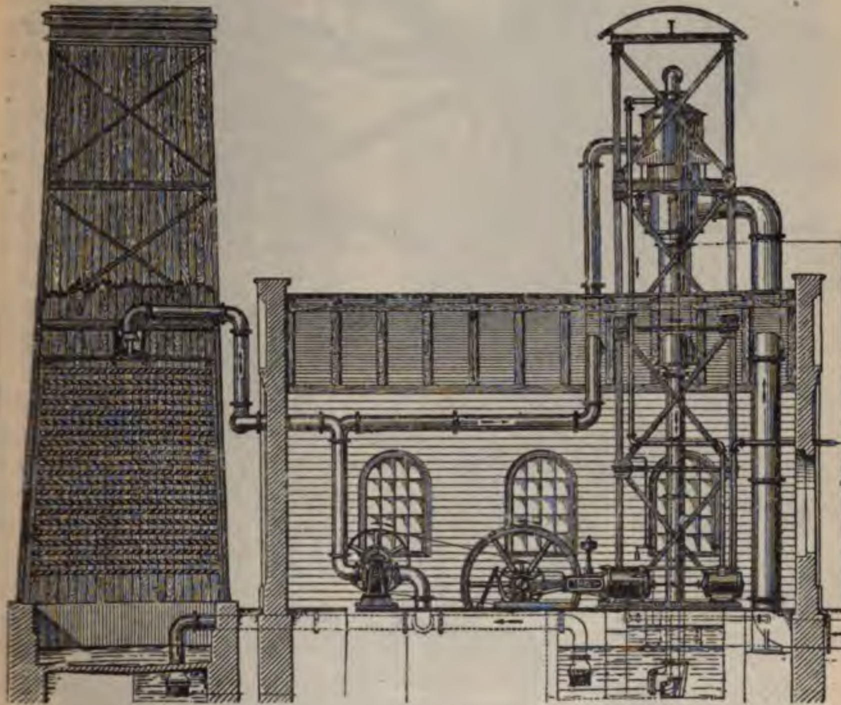


Abb. 28. Zentrale Gegenstrom-Mischkondensationsanlage mit stehendem Kondensator, barometrischem Abfallrohr und Kaminkühler.

Wird der Kondensator einer Gegenstromkondensation höher als 10 m über dem Fußboden aufgestellt, in welchem Falle das Kühlwasser demselben durch eine Kaltwasserpumpe zugeführt werden muß, so kann das warme Wasser infolge seines Eigengewichtes durch ein unter Wasser mündendes Rohr (barometrisches Abfallrohr) ausfließen, so daß die Warmwasserpumpe gespart werden kann (Abb. 28 und 30).

Die Kondensation für eine Einzelmaschine wird, wenn irgend möglich, unter Flur angeordnet und von der durchgehenden Kolben-

stange mittels Schwinge (Abb. 27), oder vom verlängerten Kurbel-zapfen aus angetrieben, kann aber auch durch eine Transmission oder einen Elektromotor ihren Antrieb erhalten. Muß die Kondensation über Flur angeordnet werden, so wird sie hinter dem Maschinen-

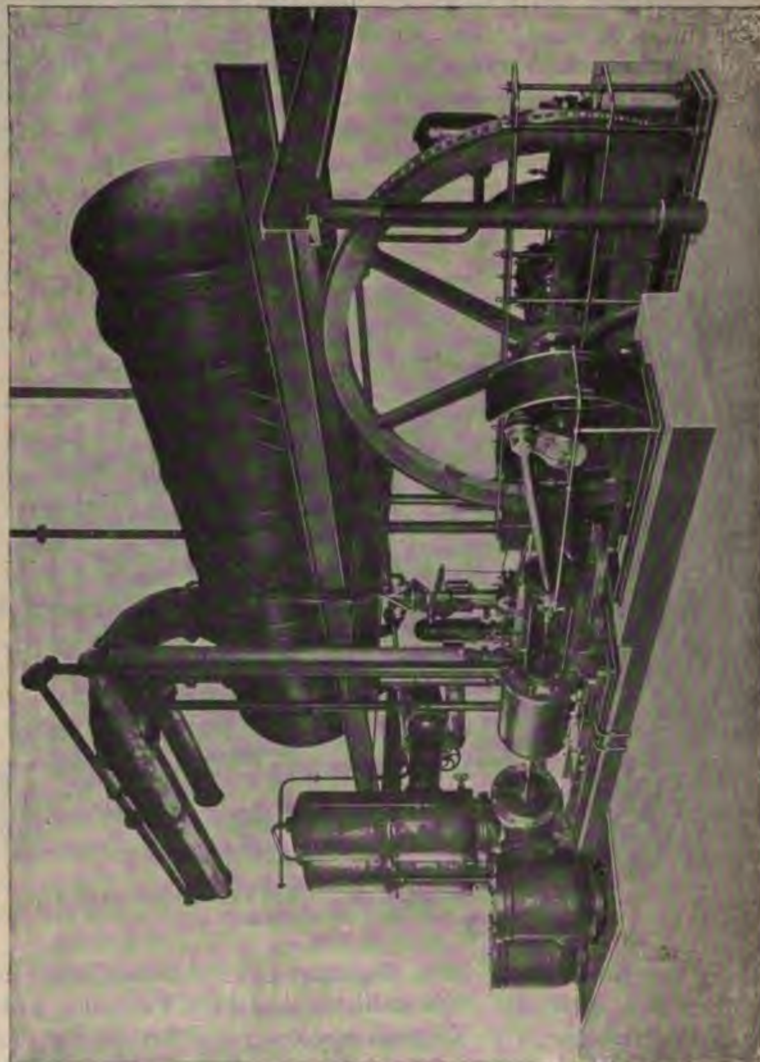


Abb. 29. Zentrale Oberflächen-Kondensationsanlage mit liegendem Kondensator für 20000 kg Dampf in der Stunde mit Betriebsdampfmaschine von der Maschinenfabrik Grevenbroich.

zylinder aufgestellt und durch die verlängerte Kolbenstange betrieben.

Die Kondensation stehender und sehr rasch laufender liegender Maschinen wird vollständig von der Maschine getrennt und mittels Seilen angetrieben.

Die Gleichstrom-Mischkondensation erfordert 25 bis 30 kg Kühl-

wasser für 1 kg Dampf, die Gegenstrom-Mischkondensation nur etwa die Hälfte, weshalb sie vorteilhafter ist.

Die Oberflächenkondensation, bei welcher der Abdampf und das Kühlwasser durch metallische Wandungen getrennt gehalten werden, also das Niederschlagswasser nicht mit dem Kühlwasser in Berührung kommt, wird bei unreinem Kühlwasser verwendet, wenn das Niederschlagswasser zur Kesselspeisung benutzt werden soll; dasselbe ist in diesem Falle frei von Kesselstein und gibt, nachdem es in einem in die Abdampfleitung eingebauten Ölabscheider von den aus dem Zylinder mitgeführten Ölteilen gereinigt worden ist, ein gutes Speisewasser. Die geringen Mengen Frischwasser, welche zur Ausgleichung der Verluste dann noch zugesetzt werden müssen, können leicht vorher in irgend einem Wasserreinigungsapparate (Abb. 41) von den schädlichen Beimengungen befreit werden.



Abb. 30. Stehender oben offener Oberflächenkondensator von Balcke & Co., Bochum.

Steht genügend Grundfläche zur Verfügung, so sind geschlossene Röhrenkondensatoren, zylindrische schmiedeeiserne oder gußeiserne Kessel mit Deckeln und eingebauten Messingröhren, durch welche das Wasser geleitet wird, während um dieselben der Abdampf strömt, mit wagerechter Achse (Abb. 29) zweckmäßig, die sich aber bei großen Abmessungen schlecht reinigen lassen, weshalb dann die Röhren besser neben-, hinter- oder übereinander in offene Wasserbecken gelegt und in einzelnen Abteilungen ausschaltbar gemacht werden, um die innere Reinigung während des Betriebes bewirken zu können.

Bei teuerem Baugrund oder wenn wenig Platz vorhanden ist, werden Röhrenbündelkondensatoren mit senkrechter Achse (Abb. 30) angelegt, welche oben offen sind und sich leicht reinigen lassen.

Ist der Dampfverbrauch gleichmäßig, so sind Rieselkondensatoren zweckmäßig, in denen das Kühlwasser aus einer Verteilungsrinne in feinem Schleier über mit Dampf gefüllte Schlangenrohre

oder *Kühlplatten* niederfließt und deren Kühlflächen sich durc einfaches Abbürsten oder Abspritzen mittels eines kräftigen Wasse strahles sehr bequem reinigen lassen.

Den Oberflächenkondensatoren muß das Kühlwasser stets durc eine besondere Pumpe, die *Zirkulationspumpe*, zugeführt werde



Abb. 31. Zentrale Mischkondensationsanlage für 22000 kg Dampf in der Stunde mit hochliegendem Kondensator, barometrischem Abfallrohr und Kaminkühler von der Maschinenfabrik Grevenbroich.

In großen und weitverzweigten Anlagen, wie Hüttenwerken, chemischen Fabriken, werden dagegen vorteilhaft *mehrere Hauptmaschinen* oder *Haupt- und Hilfsmaschinen* (Pumpen, Ventilatoren, Eis- und Lichtmaschinen) an eine *Zentralkondensation* angeschlossen, die, mit einer besonderen Betriebsmaschine zur Be-

tätigung der Pumpen ausgerüstet, den Betrieb der Anlage vereinfacht und einen besseren Wirkungsgrad gibt, als mehrere kleinere Einzelanlagen (Abb. 28 bis 32).

Steht das erforderliche Kühlwasser nicht zur Verfügung, oder kann es nur mit großen Kosten beschafft werden, wie in Städten, oder kann es nicht abgeführt werden, wie in sumpfigen Gegenden, so wird das benutzte warme Wasser in Rückkühlanlagen wieder abgekühlt und kann dann immer von neuem verwendet werden.



bb. 32. Zentrale Oberflächenkondensationsanlage nebst Kaminkühler.

Zu diesem Zwecke wird das warme Wasser in Gestalt eines künstlichen Regens der Luftströmung ausgesetzt, welche dem Wasser die Wärme durch unmittelbare Kühlung und Verdunstung entzieht. Als kkühlanlagen werden Gradierwerke oder Kaminkühler be-t, denen das warme Wasser durch eine Pumpe zugeführt wird. Gradierwerke mit Latten- oder Reisigeinbau (Abb. 33) sind



Abb. 33. Gradierwerk von Balcke & Co., Bochum.

erst billig in der Anlage, ihre Wirkung ist aber sehr von der htung des Windes abhängig, wird auch durch Bäume, Gebäude ergl. geschädigt und außerdem bildet der abziehende Dunst manch- eine Belästigung der Nachbarschaft.

Besser sind Kaminkühler mit natürlichem oder künstlichem Zuge (Abb. 28, 31 und 32), die aus einem des Winddruckes wegen äußerst kräftig hergestellten Gerippe aus Rundhölzern oder Balken mit Bretterverschalung, aus Mauerwerk oder Eisen hergestellt werden. Im unteren Teile des Turmes wird ein Gradierwerk aus Reisig, Latten, Stabblechen usw. untergebracht, durch welche das Wasser aus darüber aufgestellten Verteilungströgen niedertropft, während die Luft im unteren Teile des Turmes eintritt, in demselben aufsteigt und aus dem Kamin gemeinsam mit den Wasserschwaden entweicht. Im Sockel des Kühlers wird meist ein geräumiges Sammelbecken ausgespart, aus dem die Kaltwasserpumpe saugt, die dem Kondensator das Kühlwasser wieder zuführt. Frischwasserverbrauch nur etwa 10 v. H. der Wassermenge ohne Kühlanlage.

Sogenannte Unterflurkühler haben allerdings den Vorteil einer geringen Hebungsarbeit für das warme Wasser, aber den Nachteil einer ungünstigen Wasserkühlung, weil das Gradierwerk unterhalb der Erdoberfläche liegt, der freie Luftzutritt daher behindert und die Zugkraft des Kamines geschwächt wird. Eine höchst leistungsfähige Kühlanlage wird dagegen erhalten, wenn durch Ventilatoren am Fuße des Kamins Kühlluft unter Pressung durch das Gradierwerk geblasen wird.

Obgleich sowohl die Kondensation als insbesondere auch die Rückkühlung besondere Kosten verursacht, so ist doch bei großen Anlagen die Brennstoffersparnis durch die Kondensation, etwa 25 v. H., so groß, daß ihre Anwendung sehr wirtschaftlich ist.

Trotz ihres geringen Dampf- bzw. Kohlenverbrauches ist eine Kondensationsmaschine selbst für dauernden Betrieb und größere Leistungen doch nicht unter allen Umständen am Platze, und es kann eine Auspuffmaschine zweckmäßiger sein, wenn der Auspuffdampf zu anderen Zwecken, z. B. zur Heizung der Fabrikräume und zum Kochen Verwendung finden kann, wie letzteres z. B. in Zucker-, Pulver- und Spiritusfabriken der Fall ist. Der Auspuffdampf eignet sich wegen der noch großen in ihm enthaltenen Wärmemenge, seiner genügend hohen Temperatur und der Leichtigkeit, mit der er sich fortleiten läßt, gut für diese Zwecke, während das warme Wasser aus dem Kondensator wegen seiner geringen Temperatur und der großen Wassermenge, auf welche die Wärme verteilt ist, nicht verwendet werden kann. Bei der Anlage einer Kondensationsmaschine müßte daher zur Heizung Frischdampf aus dem Kessel entnommen und dessen Arbeitsvermögen zum Teil vernichtet werden, um den für die Heizung zweckmäßigen geringen Druck zu erhalten.

Ist der Bedarf an Heizdampf verhältnismäßig nicht bedeutend und der erforderliche Kraftbedarf so groß, daß eine Mehrfach-Expansionsmaschine angezeigt erscheint, so kann wieder Kondensation

vorteilhaft sein und es sich empfehlen, sämtlichen Frischdampf im Hochdruckzylinder auszunutzen und dem Aufnehmer einen Teil des Dampfes für Heizzwecke zu entnehmen, in welchem Falle kein Arbeitsvermögen vernichtet zu werden braucht.

In jedem Falle empfiehlt es sich endlich, die Wärme des Abdampfes zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers zu benutzen, wodurch Brennstoff gespart und der Kessel geschont wird. Um reines Speisewasser zu erhalten, werden geschlossene Vorwärmer ähnlich den Oberflächenkondensatoren verwendet. Bei Auspuffmaschinen kann das Wasser auf 90^0 erwärmt werden, entsprechend einer Kohlenersparnis von 10 bis 12 v. H. Bei Kondensationsmaschinen ist die Temperatur des durch den Vorwärmer strömenden Dampfes je nach der Luftleere allerdings nur 50^0 bis 60^0 und das Wasser wird daher nur auf 45^0 erwärmt, aber es ist ölfrei und kann ohne vorherige Reinigung zur Speisung benutzt werden; ebenso läßt sich das Niederschlagswasser aus Heizmänteln und Heizeinrichtungen mit Kesseldampf, weil ölfrei, sofort zur Speisung verwenden.

Auch die Steuerung ist auf den Dampfverbrauch der Maschine, wenn auch in geringerem Grade, von Einfluß und muß für einen wirtschaftlichen Betrieb so eingerichtet sein, daß sie den Füllungsgrad, entsprechend der zu leistenden Arbeit, selbsttätig regelt, kleine schädliche Räume hat und Abschlußorgane besitzt, welche die Dampfkanäle so schnell als möglich öffnen und schließen, auch dicht halten und leicht zu bewegen sind.

Schieber, welche den Ein- und Austritt des Dampfes auf beiden Seiten des Kolbens zu steuern haben, haben den größten schädlichen Raum, öffnen und schließen auch langsam, drosseln also den Dampf und vernichten Spannung und Arbeitsvermögen.

Gewöhnliche Schieber eignen sich deshalb nur für kleine Maschinen unter 50 PS. und geringe Dampfdrücke; für größere Maschinen und hochgespannten Dampf sind sie nicht brauchbar, da sie große Arbeitsverluste verursachen, den Wirkungsgrad der Maschine also sehr herabdrücken und sich stark abnutzen.

Die für größere Maschinen wohl verwendeten entlasteten Kolbenschieber werden meist sehr lang, bedingen große schädliche Räume, begünstigen infolge ihrer verschiedenen Temperatur das Niederschlagen des Frischdampfes und wirken daher nachteilig auf die Sparsamkeit des Betriebes, halten auch kaum dauernd dicht und sind stets etwas dampflässig. Für größere Maschinen sind daher die Ventile die besten Dampfverteilungsorgane; sie ergeben, da Ein- und Auslaß des Dampfes voneinander getrennt werden kann, die geringsten schädlichen Räume, öffnen und schließen schnell und erfordern den geringsten Kraftbedarf zu ihrem Betriebe, geben also einen höheren mechanischen Wirkungsgrad als Schieber. Infolge der Tren-

nung des Dampfein- und Auslasses läßt sich ferner eine große Unabhängigkeit in der Dampfverteilung und der Wahl des Steuerungsantriebes erzielen. Die Ventile sind zudem gegen den Schieber äußerst leicht, Massen- und Gewichtswirkungen kommen fast gar nicht in Betracht, weshalb leichte Steuerungsgestänge anwendbar sind, dagegen ist die äußere Steuerung verwickelter und teurer als bei Schiebern.

Für Maschinen mit überhitztem Dampf dürfen nur Ventile verwendet werden, da Schieber nicht dicht halten oder sich klemmen und sich stark abnützen, auch bereitet die Schmierung Schwierigkeiten.

Als Abschlußorgan ist das Rohrventil am besten, welches leicht ist, den Dampf gut leitet und leicht entlastet werden kann und deshalb Teller- und Glockenventil verdrängt hat.

Als äußere Steuerungen eignen sich auslösende oder Abschnappsteuerungen, welche das Ventil nach erfolgter Ausklinkung einem frei fallenden Schlusse überlassen, nur für kleinere Umdrehungszahlen bis 100 in der Minute, doch müssen für die höheren dieser Umdrehungszahlen bereits Luft- oder Flüssigkeitspuffer eingeschaltet werden, da sonst heftige und geräuschvolle Stöße, welche den dichten Schluß gefährden, hervorgebracht würden. Neuerdings werden deshalb meist Steuerungen mit zwangläufiger Ventilbewegung verwendet, die, nicht freifallend, schneller öffnen und schließen als Schieber, aber langsamer schließen als freifallende Ventile; außerdem möglichst einfache äußere Steuerungen mit möglichst wenig Hebeln und Gelenken besitzen, infolge der Verminderung der Teile eine große Lebensdauer und die denkbar größte Genauigkeit in der Dampfverteilung haben, weil die vielen Fehlerglieder in Wegfall kommen. Die kraftschlüssig zwangläufigen Ventilsteuerungen, bei denen die Ventile durch Federn oder Gewichte belastet sind, die den endgültigen Schluß bewirken, sind den kettenschlüssig zwangläufigen, bei denen sowohl das Öffnen als das Schließen durch ständige Tätigkeit des Steuerungsmechanismus hervorgebracht wird, insofern vorzuziehen, als sich bei etwaigen Wasseransammlungen im Zylinder die Einlaßventile öffnen, wenn der Druck des Wassers die Feder- oder Gewichtswirkung überwiegt, Brüche des Zylinders also vermieden werden. Für hohe Umdrehungszahlen bis zu 300 in der Minute hat sich die Lentz-Steuerung (Abb. 34) und die von dieser abgeleiteten in Verbindung mit einem unmittelbar auf die Steuerung wirkenden Beharrungs-Achsenregler bewährt.

Auf das sparsame Arbeiten ist die Art der Aufstellung der Maschine, ob stehend oder liegend, von sehr geringem Einfluß.

Die stehende Maschine nimmt wenig Raum ein und läßt hohe Umdrehungszahlen zu, die Abnutzung der Zylinder ist gering und gleichmäßig, auch das Kurbellager ist leicht imstande zu halten, trotzdem wird aber meist und für die größten Ausführungen,

wo die Platzfrage keine wesentliche Rolle spielt, die liegende Anordnung der Maschine bevorzugt, welche übersichtlich, leicht zugänglich, verhältnismäßig billig und sehr standfähig ist; der einseitige Verschleiß des Zylinders durch den Kolben und der mehr-

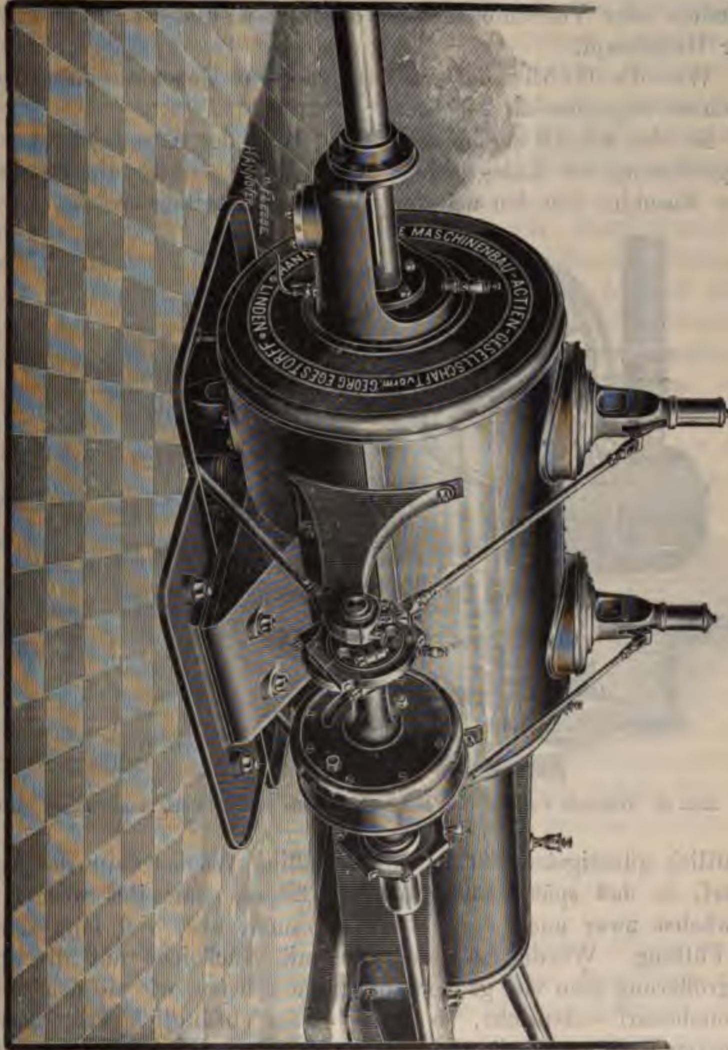


Abb. 34. Ventilsteuerung „Patent Lentz“. Hannoversche Maschinenbau Akt.-Gesellsch., Linden b. Hann.

seitige Verschleiß des Kurbellagers kann durch geeignete Einrichtungen unschädlich gemacht werden.

In neuerer Zeit werden auch vielfach Lokomobilen (Abb. 35) als Betriebsmaschinen bis zu 400 PS. Leistung gebaut, bei denen durch zweckentsprechende Vereinigung von Kessel und Maschine alle Wärme-

verluste auf das geringste Maß beschränkt sind, welche daher sparsam arbeiten und geringere Anlagekosten verursachen als ortsfeste Maschinen, indem die Kosten für Kesselmauerung, Schornstein und Gründung fortfallen. Der Kessel ist meist ein liegender Röhrenkessel mit ausziehbaren Röhren, die Maschine wird je nach der Größe als Einzylinder- oder Verbundmaschine ausgeführt und arbeitet mit Satt- oder Heißdampf.

Was die Größe der zu beschaffenden Maschine anbelangt, so ist dabei folgendes zu beachten:

Ist eine schnell zunehmende Steigerung der Arbeitsleistung durch Vergrößerung der Anlage nicht zu erwarten, so ist die Beschaffung einer Maschine für den zeitigen mittleren Arbeitsbedarf bei der wirt-

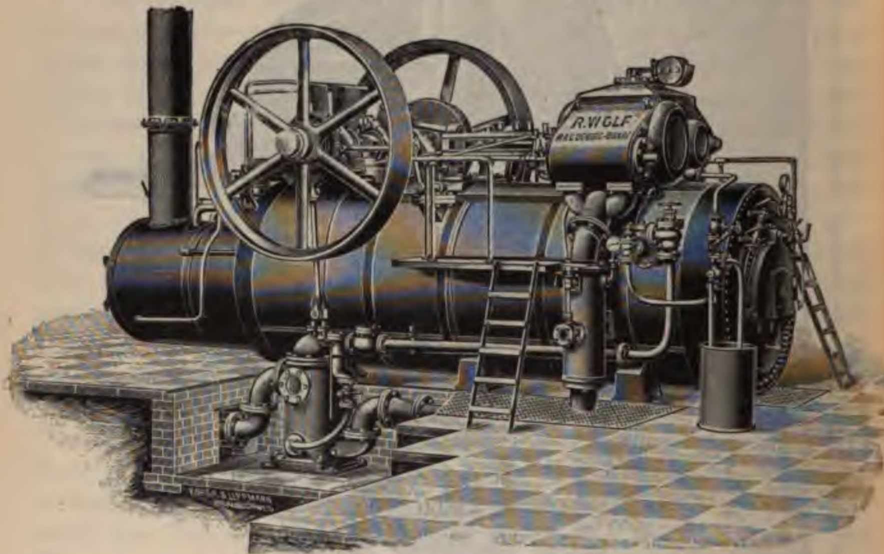


Abb. 35. Ortsfeste Verbund-Heißdampf-Lokomobile von R. Wolf, Magdeburg-Buckau.

schaftlich günstigsten Füllung zweckmäßig. Wächst dann der Arbeitsbedarf, so daß später mit größerer Füllung gearbeitet werden muß, so wächst zwar auch der Dampfverbrauch, aber viel langsamer als die Füllung. Würde man dagegen mit Rücksicht auf die spätere Vergrößerung eine viel größere Maschine anlegen, wie sie dem zeitigen Arbeitsbedarf entspricht, so müßte diese anfänglich mit einer viel kleineren Füllung arbeiten als der günstigsten, die Abkühlungsverluste würden sehr groß, der Dampfverbrauch für gleiche Leistungen würde unter Umständen auf das $1\frac{1}{2}$ bis 2fache des für den günstigsten Füllungsgrad gewährleisteten steigen und der Betrieb unverhältnismäßig teuer werden.

Für kleinere Anlagen, welche voraussichtlich später eine erheb

liche Vergrößerung erfahren, empfiehlt es sich, anfänglich zunächst eine Einzylindermaschine anzulegen und dieselbe je nach den Betriebsverhältnissen später zu einer Zwillings- oder Verbundmaschine mit etwa doppelter Leistung auszubauen.

Für größere Anlagen wird vorteilhaft zunächst eine Tandemmaschine angelegt, welche wirtschaftlicher arbeitet als eine Einzylindermaschine, und dieselbe durch Hinzufügen eines dritten Zylinders zu iner Dreifach-Expansionsmaschine ausgebaut. In beiden Fällen wird lie Maschinenwelle für die spätere volle Leistung der ausgebauten Maschine bemessen und die zweite Kurbel samt Zapfen sofort angebracht.

Kondensationsmaschinen arbeiten um etwa 25 v. H. sparsamer ls Auspuffmaschinen.

Der Dampfverbrauch der verschiedenen Maschinenarten, velcher u. a. von der Größe der Maschine und der Bauart abhängig st, beträgt für Einzylinder-Expansionsmaschinen mit Auspuff etwa 2 bis 14,5 kg, für solche mit Kondensation 9 bis 11 kg, für Verbund-Kondensationsmaschinen 6,5 bis 8 kg und für Dreifach-Expansionsaschinen mit Sattdampf und Zweifach-Expansionsmaschinen mit Ieißdampf 5,5 bis 6 kg für die indizierte Pferdestärke und Stunde.

Der Dampfverbrauch der Lokomobilen ist geringer als der leichstarker ortsfester Maschinen und beträgt für eine 20pf. Auspuffkomobile etwa 13,7 kg, für eine 50pf. Verbundlokomobile mit Konnsation 8,75 kg und für eine 120pf. Lokomobile dieser Art 6,25 kg r die Nutzpferdestärke und Stunde.

Für den Dampfverbrauch und den Wirkungsgrad der Dampfaschinen wird von den Fabriken Gewähr übernommen, die bei der betriebsetzung mit Hilfe des Indikators und der Bremse geprüft rden, aber auch im Betriebe ist eine laufende Prüfung der Maschinen rch Aufnahme von Indikatordiagrammen sehr vorteilhaft, weil ie allmähliche Erhöhung des Dampfverbrauches durch Undichtwerden n Steuerungsorganen, Kolben usw. einzutreten pflegt, welche Mängel s den Diagrammen erkannt und dann abgestellt werden können.

2. Die Dampfturbinen

d Schaufelräder, in denen der Dampf in ähnlicher Weise wirkt, e das Wasser in Wasserturbinen; sie sind aber wesentlich einher als Kolbendampfmaschinen, haben ein geringes Gewicht, sind lig, beanspruchen wenig Platz und sind einfach zu warten und zu dienen, haben aber sehr hohe Umlaufszahlen und eignen sich daher rnehmlich zum Betriebe von Dynamomaschinen, zum Fabrikbetriebe o dann, wenn die Transmission eine elektrische ist, dagegen sind zum Antriebe der langsam laufenden mechanischen Transmissionen ht geeignet.

Die am längsten bekannten und bewährten Dampfturbinen sind die Druckturbine von de Laval und die Überdruckturbine von Parsons; die Turbinen von Riedler & Stumpf, Rateau und Zölly sind noch mehr oder weniger im Stadium des Versuches.

Die Lavalturbine (Abb. 36) ist eine axiale Druckturbine mit wagerechter Achse und teilweiser Beaufschlagung, welche durch vier

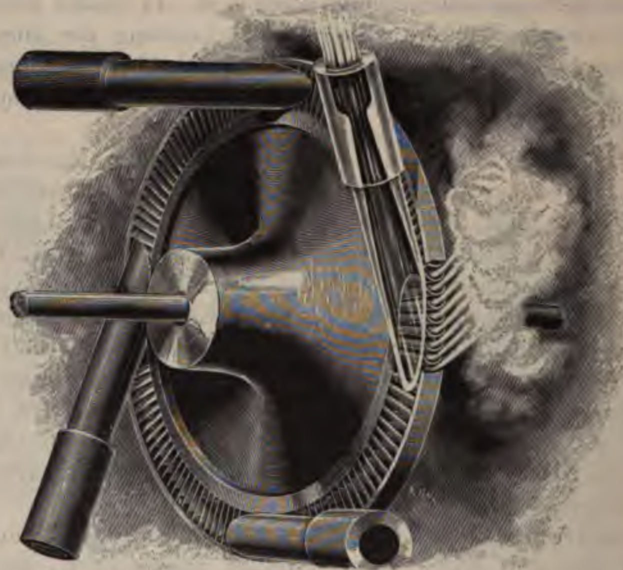


Abb. 36. Lavalturbinenrad und Düsen. Maschinen-Fabrik Humboldt, Kalk b. Köln.



Abb. 37. Achse nebst Laufrad und Zahnrad der Lavalturbine.
Maschinen-Fabrik Humboldt, Kalk b. Köln.

über den Umfang verteilte Düsen erfolgt. Durch entsprechende schwachkegelförmige Erweiterung dieser Düsen nach der Mündung hin, durch welche Wirbelbildungen und Stöße vermieden werden, wird die Spannungsenergie des Dampfes vor seinem Eintritt in das Rad vollständig in Bewegungsenergie umgesetzt, so daß der Dampf die ruhenden Radschaufeln mit seiner vollen Geschwindigkeit, bei 10 Atm. Überdruck und Austritt ins Freie also z. B. mit einer Geschwindigkeit von 1000 m trifft. Um nun technisch und wirtschaft-

lich eine gute Energieübertragung auf die Radschaufeln zu ermöglichen, müssen diese sich mit der halben Dampfgeschwindigkeit bewegen (der Reibungswiderstände wegen, welche der Dampf im raschlaufenden Turbinenrade findet, mit etwas geringerer Geschwindigkeit), und das Rad erhält daher eine sehr große Umfangsgeschwindigkeit, weshalb de Laval kleine Raddurchmesser wählt, um die Beanspruchung des Baustoffes durch die Fliehkraft zu verringern, dadurch aber sehr hohe Umlaufszahlen (20000 bis 50000) erhält, welche er wieder durch ein besonderes Rädervorgelege mit sehr vielen und sehr breiten Zähnen auf eine brauchbare Höhe bringt. Die sehr hohen einseitigen Beanspruchungen, welche durch ungenaue Herstellung und infolge verschiedener Dichte des Baustoffes eintreten können, macht er dann noch durch eine sehr lange, teilweise sehr dünne (bei 5 PS. 4,5 mm dick) und daher biegsame Radwelle, die sich wie ein Kreisel in eine Gleichgewichtslage einstellen kann, unwirksam (Abb. 37).

Die Regelung des Ganges erfolgt durch Drosselung des Eintrittsdampfes vermittels eines Fliehkraftreglers und die Arbeitsübertragung entweder durch unmittelbare Verbindung mit der Arbeitsmaschine oder durch Riemen oder Seile.

Der Dampfverbrauch der Turbinen ist um so sparsamer, je höher der Dampfdruck und je trockener der Dampf ist, weshalb beim Betriebe mit Sattdampf ein Wasserabscheider in Verbindung mit einem Niederschlagswasserableiter in die Dampfleitung einzuschalten ist, auch wird durch den Betrieb mit Heißdampf die Sparsamkeit des Dampfverbrauches erhöht. Dabei sind mit der Benutzung des Heißdampfes Übelstände im Betriebe nicht verbunden, es können vielmehr die höchsten Überhitzungsgrade angewendet werden, da reibende Teile nicht mit dem Heißdampf in Berührung kommen, wie das bei Kolbenmaschinen der Fall ist; ebenso erhöht der Betrieb mit Kondensation die Sparsamkeit. Beim Betrieb mit Kondensation wird zur Regelung des Ganges noch ein sogen. Vakuumleck verwendet, welches bei geringer Belastung oder dem Leergange Luft in das Turbinengehäuse eintreten läßt und die weitere Steigerung der Umdrehungszahl und die Gefahr einer Explosion verhütet.

Lavalturbinen sind in Größen von 3 bis 300 PS. gebaut worden, größere Leistungen sind wegen der baulichen Schwierigkeiten solcher mit außerordentlich hoher Umdrehungszahl laufender Räder anscheinend nicht erreichbar.

Um die Umlaufszahl zu verringern, verwenden Riedler & Stumpf Turbinenräder von sehr großem Durchmesser (2 bis 5 m), deren Umlaufszahlen nur 3000 bis 1500 betragen, so daß die Welle unmittelbar den Anker einer Dynamomaschine aufnehmen kann. Zur Erzielung der höchsten Festigkeit werden die Schaufelräume aus dem vollen Baustoffe ausgefräst und die bei derart großen Rädern besonders zu

befürchtende Gefahr einseitiger Kräfte und ungleichmäßiger Massenwirkung durch peinlich genaue Herstellung des Rades und kurze Lagerung der Achse dicht am Rade vermieden. Weitere Verbesserungen beziehen sich dann noch auf die Schaufeln, welche in dem äußeren Rande des Rades sitzen und ähnlich wie beim Peltonrade den Dampf in seiner Bewegungsrichtung vollständig umkehren, und die Beaufschlagung durch aneinander geschlossene Düsen mit rechteckigem Querschnitt.

Aus Sicherheitsgründen sind indessen kleine Raddurchmesser bei nicht zu hohen Umlaufszahlen wünschenswert, welche auf zwei Wegen erreicht werden können.

Man kann nämlich dem mit seiner vollen Geschwindigkeit austretenden Dampfe mehrere Räder auf derselben Welle entgegensetzen, welche sich nicht mit einer der Dampfgeschwindigkeit entsprechenden, sondern mit einer wesentlich geringeren Geschwindigkeit drehen, so daß der Dampf an die einzelnen Räder nur Bruchteile der ihm vermöge seiner Geschwindigkeit innewohnenden Energie, diese selbst also in Geschwindigkeitsstufen abgibt. Die Bewegungsrichtung des Dampfes muß nach dem Verlassen jedes Turbinenrades durch Leitschaufeln umgekehrt werden, damit die Beaufschlagung der Räder in gleichem Sinne erfolgt. Räder dieser Art sind von Riedler & Stumpf und der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft gebaut worden.

Man kann aber auch in jedem Rade nur einen Bruchteil des Druckgefälles ausnützen, die Energie des Dampfes also in Druckstufen auf das Rad übertragen, indem man den Dampf vor seinem Eintritt in das erste Turbinenrad nur teilweise sich ausdehnen läßt, so daß derselbe mit verhältnismäßig niedriger Geschwindigkeit in das Rad eintritt und die weitere Dehnung in die folgenden Räder verlegt. Solche Räder sind von Rateau, Riedler & Stumpf und Zölly gebaut worden, während Curtis eine Verbindung von Geschwindigkeits- und Druckstufen bei seiner Turbine angewendet hat.

Die Parsonsturbine (Abb. 38) benutzt nicht allein die Druck-, sondern auch die Überdruckwirkung des Dampfes, daneben aber auch Geschwindigkeits- und Druckstufen. Sie wird neuerdings nur als Axialturbine mit liegender Welle ausgeführt und besteht aus 20 bis 60 Turbinenrädern von kleinem Durchmesser auf derselben Welle, welche so weit voneinander entfernt sind, daß in jedem Zwischenraum noch ein am Gehäuse fester Leitschaufelkranz Platz findet (Abb. 39 und 40). Die Schaufeln haben eine ähnliche Form, wie bei Wasserturbinen, sind nur viel kleiner und zahlreicher, um Wirbel zu vermeiden; die Laufradkränze fehlen außen, die Leitradkränze innen, werden aber dadurch ersetzt, daß die Schaufeln sehr nahe am Gehäuse bzw. der Welle laufen (Abb. 40).

Der durch den ersten Leitschaufelkranz mit einer verhältnismäßig

geringen Geschwindigkeit in den ersten Laufradkranz tretende Dampf gibt seine Energie an dieses Rad ab und verliert dabei den größten Teil seiner Geschwindigkeit. Das Laufrad hat aber ebenso wie das Leitrad nach dem Austritt hin sich verengende Kanalquerschnitte,

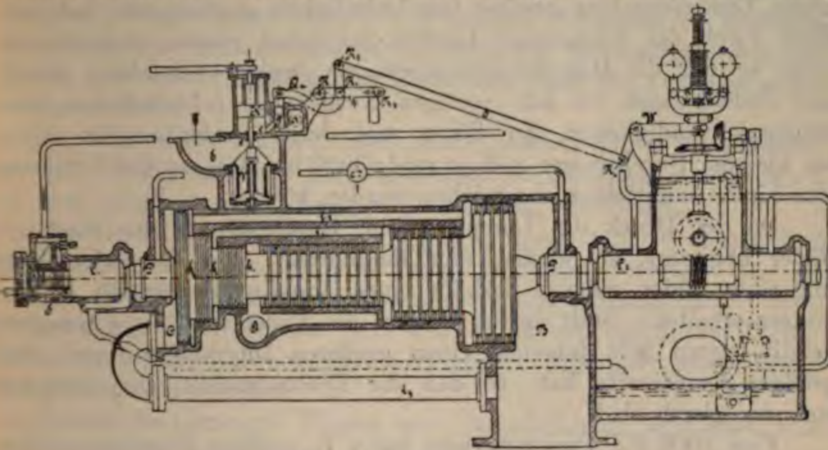


Abb. 38. Parsonsturbine.

E = Dampfeinströmungsrohr. V = Dampfeinlaßventil mit federbelastetem Kolben K verbunden. T = Kolbenschieber von der Turbinenwelle auf- und abbewegt. e und c = Löcher für den Dampf. A = Eintritt in den Zylinder. k_1, k_2, k_3 = Entlastungskolben. i_1, i_2 = Druckausgleichskanäle. i_3 = Rohr für Sickerdampf. B = Auspuffrohr. D = mit Dampf gedichtete Stopfbüchsen. L_1, L_2 = Lager der Turbinenwelle. S = nachstellbare Druckmutter für Lager L_1. W = Regler auf T wirkend.

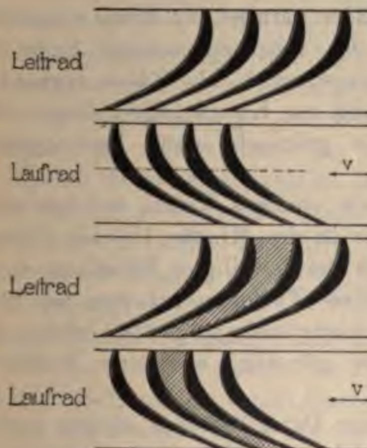


Abb. 39. Schaufeln der Parsonsturbine.

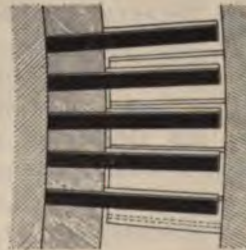


Abb. 40. Befestigung der Schaufeln.

Aus Musil, Bau der Dampfturbinen.

so daß der Dampf im Laufrad selbst seine Expansion fortsetzt, dasselbe also mit einer gewissen Geschwindigkeit verläßt, welche sich im nächsten Leitkranz fortsetzt, weshalb der Dampf eine weitere Beschleunigung erfährt und mit der sich ergebenden Geschwindigkeit auf das nächste Laufrad trifft.

In dieser Weise erneuert sich das Spiel immer von neuem bis zur gänzlichen Expansion des Dampfes, so daß der eintretende Dampf gewissermaßen durch alle Schaufelreihen hindurch in einer einzigen Düse nach der Ausströmung hin sich ausdehnt, wobei, wenn er in einem Leitkranze eine gewisse Geschwindigkeit angenommen hat, ihm diese durch das begegnende Laufrad möglichst wieder abgenommen wird, so daß die Dampfgeschwindigkeiten, welche entstehen, gering und deshalb auch die zur richtigen Ausnutzung erforderlichen Umfangsgeschwindigkeiten der Räder und deren Umlaufszahlen selbst bei kleinem Durchmesser mäßige sind (3500 bis 700), so daß Dynamomaschinen unmittelbar angetrieben werden können.

Da der Druck des Dampfes beim Durchströmen der einzelnen Räder abnimmt, so wächst sein Rauminhalt, und die aufeinander folgenden Räder müssen deshalb einen ständig wachsenden Durchmesser erhalten. Statt dessen werden die Räder in 3 bis 4 Gruppen geteilt, deren jede folgende einen größeren Durchmesser und eine größere Kranzbreite hat, so daß die Drehmomente aller Gruppen einander gleich sind.

Eine 1000 PS. Parsonsturbine hat z. B. mittlere Durchmesser der ersten und letzten Gruppe von 400 bzw. 900 mm, Schaufelteilungen von 5 bzw. 15 mm, radiale Schaufellängen von 15 bzw. 150 mm, Radhöhen von 10 bzw. 20 mm, 15000 Leit- und 15000 Radschaufeln.

Um den auf die Schaufeln der Räder parallel zur Achse wirkenden Dampfdruck aufzuheben, sind auf der entgegengesetzten Seite der Welle so viel Ausgleichskolben angebracht, als Räder vorhanden sind, während zur genauen Aufstellung ein Kammlager dient. Die Dichtung der Welle im Radgehäuse geschieht ohne Packungsstoff durch ein sog. Labyrinth.

Die Steuerung erfolgt durch ein einziges Ventil, welches stoßweise je nach der Größe der Turbine in der Minute 150 bis 250 mal Dampf einläßt, dessen Zeitdauer nach der jeweiligen Belastung durch den Regler bestimmt wird. Auch diese Turbinen arbeiten am sparsamsten mit Heißdampf und Dampfniederschlagung und infolge der mehrfachen Dampfdehnung dann so günstig, wie eine Mehrfach-Expansions-Kolbenmaschine.

Der ausgedehnten Anwendung der Dampfturbinen stehen vorerst noch die hohen Umlaufszahlen, welche meist über das wünschenswerte Maß hinausgehen, und deren beliebige Herabsetzung wegen der dann wachsenden Reibungsarbeit des die Schaufelräume mit großer Geschwindigkeit durchfließenden Dampfes nicht möglich ist, sowie gewisse bis jetzt nur teilweise überwundene Schwierigkeiten in der Herstellung der baulichen Teile hindernd im Wege; es ist aber nicht zu bezweifeln, daß manche Verwendungsgebiete der Turbine mehr und mehr zufallen werden.

3. Die Dampfkesselanlage

aus dem eigentlichen Dampfkessel, der Feuerungsanlage und dem Schornstein bestehend, hat die Aufgabe, den zum Betrieb der Maschine nötigen Dampf mit den geringsten Ausgaben zu erzeugen, die sich aus der Verzinsung und Abschreibung der Anlagekosten, den Kosten für den Brennstoff, die Bedienung und für Ausbesserungen zusammensetzen.

Die Kosten für den Brennstoff sind im Dauerbetriebe die größeren, weshalb die Kesselanlage im allgemeinen so einzurichten sein wird, daß eine möglichst gute Brennstoffausnutzung stattfindet.

Zu diesem Zwecke muß die Feuerungsanlage so eingerichtet werden, daß der Brennstoff möglichst vollkommen verbrannt und die erzeugte Wärme möglichst vollkommen an das Kesselwasser übergeführt wird, Wärmeverluste durch den Schornstein und durch Wärmeabgabe nach außen also möglichst vermieden bzw. auf ein geringstes Maß herabgesetzt werden.

Damit die erzeugte Wärme zur Dampfbildung möglichst vollständig an das Kesselwasser abgegeben wird, muß der Kessel eine genügende Heizfläche haben, durch welche die Wärme in das Kesselwasser eindringen kann.

Die Wärmeabgabe erfolgt nun zum Teil durch Strahlung unmittelbar von dem glühenden Brennstoffe aus und zum Teil durch Leitung mittelbar durch die hocherhitzten Heizgase, durch Strahlung aber außerordentlich viel schneller als durch Leitung und durch Leitung wieder um so rascher, je größer der Temperaturunterschied zwischen Heizgasen und Kesselwasser ist, je schneller und gleichmäßiger sich das Wasser längs der Heizfläche bewegt, je lebhafter also der Wasserumlauf ist und je reiner die Blechoberflächen außen von Ruß und innen von Kesselstein sind. Die Blechdicke ist auf den Wärmedurchgang von geringem Einfluß, da der Durchgangswiderstand des Bleches gegen den Übergangswiderstand von Heizgas auf Blech äußerst gering ist, ebenso wie der Übergangswiderstand von Blech auf Wasser.

Die durch den Quadratmeter Heizfläche eindringende Wärmemenge und daher das auf dem Quadratmeter Heizfläche erzeugte Dampfgewicht ist nun, wie ersichtlich, an den verschiedenen Stellen sehr verschieden, bei weitem am größten über der Feuerung, wo die Wärme durch Strahlung abgegeben wird, auf der sog. direkten Heizfläche; sie nimmt sehr wesentlich ab da, wo die Heizgase ihre Wärme durch Berührung abgeben, auf der sog. indirekten Heizfläche, und wird hier wieder um so geringer, je mehr die Heizgase ihre Wärme bereits abgegeben haben, je niedriger ihre Temperatur daher ist, und das um so mehr, da die Wärmeübertragung rascher abnimmt, als der Temperaturunterschied zwischen Heizgasen und Kesselwasser.

Bei fortgesetzter Vergrößerung wird die Leistungsfähigkeit der Heizfläche infolge der immer kleiner werdenden Temperaturunterschiede daher schließlich so gering, daß sie nicht mehr wirtschaftlich ist, und es gibt für jeden Fall eine Grenze, über die hinaus eine Vergrößerung der Heizfläche nicht mehr vorteilhaft ist, weil die vergrößerten Anlagekosten Ausgaben verursachen, welche durch die ersparten Brennstoffkosten nicht mehr gedeckt werden. Diese Grenze wird um so früher erreicht, je öfter und länger der Kesselbetrieb unterbrochen wird, je weniger sich also Gelegenheit bietet, durch Vergrößerung der Anlagekosten des Kessels Brennstoffersparnisse zu erzielen.

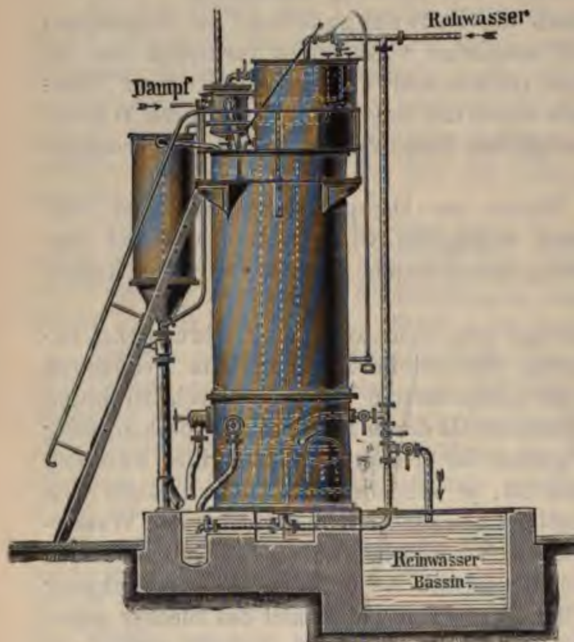


Abb. 41. Wasserreinigungsanlage mit selbsttätiger Wasser- und Laugezuführung der Maschinenfabrik Grevenbroich.

Bei dem gewöhnlichen Fabrikbetrieb wird diese Grenze der Wirtschaftlichkeit bei einem Temperaturunterschied zwischen Heizgasen und Kesselwasser von etwa 190° überschritten, so daß beispielsweise bei einem Kessel von 10 Atm. Dampfdruck die Heizgase auf etwa 280° bis 300° abgekühlt in den Schornstein treten müssen. Bei ununterbrochenem Betriebe empfiehlt es sich, die Heizfläche reichlicher zu nehmen, die Gase also stärker abzukühlen, während bei kurzem Betriebe die Heizfläche knapper, also ein billigerer Kessel zu wählen ist, die Heizgase daher mit höherer Temperatur in den Schornstein entweichen.

Der zu einer schnellen Dampfbildung erforderliche Wasserumlauf muß durch eine zweckentsprechende Bauart des Kessels erzielt werden, desgleichen müssen Ruß und Kesselstein als äußerst schlechte Wärmeleiter von der Heizfläche ferngehalten werden, ebenso Öl, welches die Kesselfläche mit einem zähen Schlamm überzieht, der den Wärmedurchgang sehr beeinträchtigt. Der Ruß muß deshalb so oft als möglich durch Fegen entfernt werden und, damit dies leicht geschehen kann, der Heizraum mit den erforderlichen Öffnungen versehen

werden. Die Bildung von Kesselstein ist durch Speisen mit reinem oder vorher gereinigtem Wasser zu verhüten (Abb. 41), was sog. Kesselsteinmitteln vorzuziehen ist, oder, wo dies nicht angängig sein sollte, die gebildeten Niederschläge fortwährend zu beseitigen und ölhaltiges Wasser vor dem Speisen von dem Öl zu reinigen.

Das auf 1 qm Heizfläche entwickelte Dampfgewicht kann erfahrungsgemäß bei reichlicher Heizfläche zu 10 kg, bei normaler zu 14 kg und bei knapper zu 18 kg angenommen werden, nahezu unabhängig von der Bauart des Kessels.

Die Bauart des Dampfkessels hängt weniger von der Höhe der Dampfspannung als der Art des Betriebes, dem Preise des Kessels und der zur Verfügung stehenden Grundfläche ab.

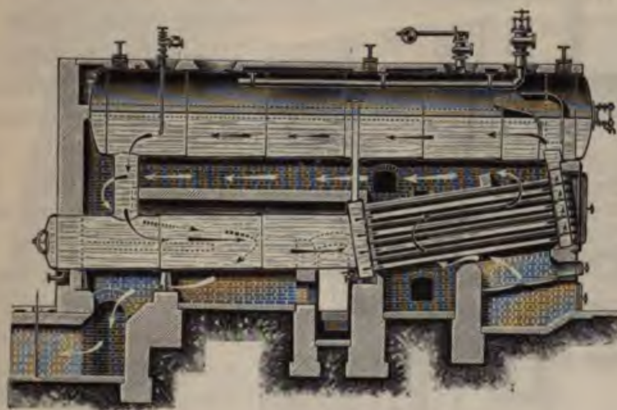


Abb. 42. Großwasserraum-Röhrenkessel, Bauart Mac Nicol, von F. Willmann, Dortmund.

Die Kessel werden wesentlich nach der Größe ihres Wasserinhaltes in solche mit großem, mäßigem und kleinem Wasserraum unterschieden.

Großwasserraumkessel (Abb. 42) — einfache Zylinderkessel und Kessel mit Unterkessel — eignen sich ihres großen Wasserinhaltes wegen, welcher die zu gewissen Zeiten für die Dampfbildung nicht nötige Wärme aufnimmt und sie in Zeiten großen Dampfverbrauches wieder abgibt, für Dauerbetriebe mit sehr wechselndem Dampfverbrauch, z. B. für chemische Fabriken, wo sie außer dem Betriebsdampf etwa auch Dampf zum Kochen liefern sollen; sie erfordern viel Brennstoff und Zeit zum Anheizen und eine verhältnismäßig große Grundfläche.

Kessel mit mäßigem Wasserraum — Flammrohrkessel — sind für in mäßigen Grenzen veränderlichen Dampfverbrauch, wie er im gewöhnlichen Fabrikbetrieb vorkommt, zweckmäßig, da sie auch ver-

hältnismäßig schnell und mit mäßigem Brennstoffaufwand angeheizt werden können. Da die Feuerung dieser Kessel gewöhnlich und vorteilhaft in den Flammrohren untergebracht und daher ganz von Wasser bespülten Blechen umgeben ist, so haben sie die größte Heizfläche, welche die Wärme durch Strahlung aufnimmt, und 70 v. H. der gesamten Dampfmenge wird unmittelbar über dem Rost des Flammrohres erzeugt. Die Kessel können aber nur mäßig angestrengt werden, da nur mäßige Kohlenmengen verbrannt werden können.

Für Heizflächen bis 60 qm werden Einflammrohrkessel mit glattem oder gewelltem Flammrohr angelegt und diese des bessern Wasserumlaufes wegen nur noch als Seitrohrkessel ausgeführt und für Heizflächen von 70 bis 100 qm Seitrohrkessel mit gewellten Flammrohren oder Zweiflammrohrkessel gewählt. Für noch größere Heizflächen werden entweder mehrere Flammrohrkessel oder Flammrohrkessel mit Heizröhrenkesseln vereinigt angelegt, welche je nach dem zur Verfügung stehenden Platz hinter- oder übereinander angeordnet werden und die Wärme gut ausnutzen, aber eine geringere Dampfmenge entwickeln als Flammrohrkessel, da der Röhrenkessel wesentlich nur zur Vorwärmung des Wassers dient.

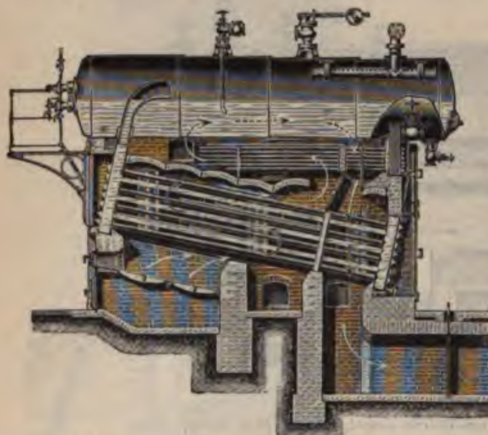


Abb. 43. Wasserröhrenkessel mit Überhitzer von E. Willmann, Dortmund.

Beim Bau der Flammrohrkessel muß Rücksicht auf die ungleiche Ausdehnung der Flammrohre und des Mantels genommen werden, da andernfalls, insbesondere bei gewölbten Böden, Wirkungen auftreten, welche auf Krempenbrüche hinarbeiten, auch müssen glatte Flammrohre versteift werden, um den Wirkungen des Außendruckes zu widerstehen. Beiden Zwecken dienen am besten Adamsonsche Ringe, welche die Rohre sowohl versteifen, als sie elastisch machen, während Wellrohre bereits vermöge ihrer Form sowohl eine genügende Widerstandsfähigkeit, als auch die erforderliche Nachgiebigkeit besitzen.

Kleinwasserraumkessel — Heizröhren- und Wasserröhrenkessel — eignen sich nur für einen gleichmäßigen Dampfverbrauch, wie er z. B. in Spinnereien und Webereien stattfindet, gestatten eine große Heizfläche auf kleiner Grundfläche unterzubringen und lassen sich schnell und mit wenig Brennstoff anheizen, sind daher auch brauchbar für oft und lange unterbrochenen Betrieb.

Heizröhrenkessel — zylindrischer Außenkessel mit zahlreichen engen Röhren im Wasserraum, durch welche die Heizgase strömen, während die Feuerung in einem Feuerrohr oder einer Feuerbüchse untergebracht ist — gebrauchen keine Einmauerung und werden deshalb als Lokomobilkessel benutzt, gestatten aber des fehlenden Wasserumlaufes wegen kein sehr schnelles Anheizen.

Wasserröhrenkessel (Abb. 43 und 44) bestehen aus einer großen Anzahl enger mit Wasser gefüllter Röhren, die von den Heizgasen

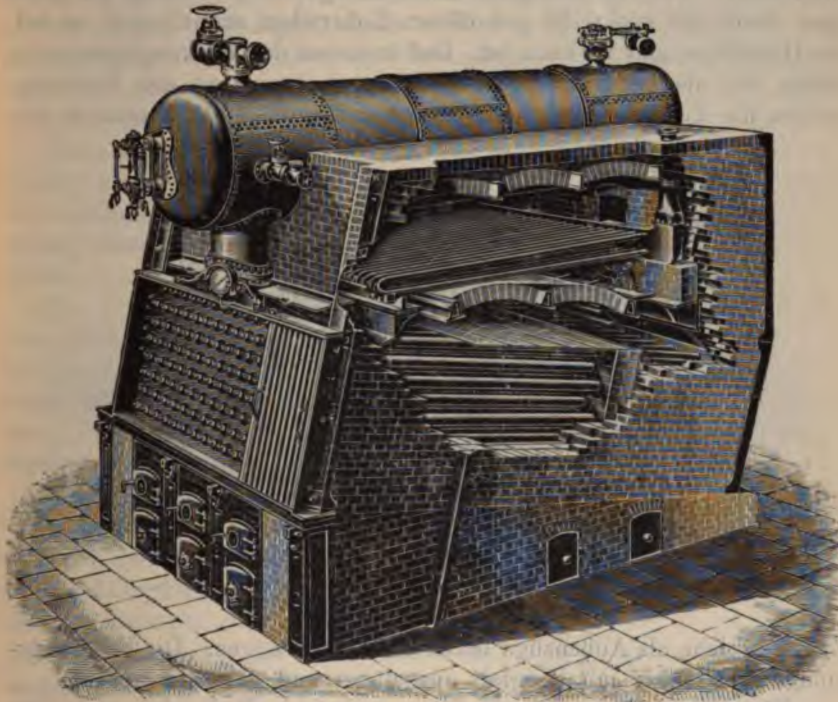


Abb. 44. Wasserröhrenkessel, Bauart Steinmüller, mit Überhitzer.
L. & C. Steinmüller, Gummersbach (Rhld.).

bestrichen werden, und können für hohe Spannungen ausgeführt werden, ohne daß ihr Preis erheblich steigt, was bei Flammrohrkesseln in viel höherem Maße der Fall ist. Wegen des unter Umständen mangelnden Wasserumlaufes ist der Dampf gewöhnlich feucht, weshalb Oberkessel mit genügend großem Dampfraum und Wasserabscheider eingebaut werden, um den Dampf zu trocknen, oder mittels einer Dubiauschen Rohrpumpe der Wasserumlauf eingeleitet wird.

Größere Oberkessel machen den Wasserröhrenkessel auch für wechselnde Dampfentnahme brauchbar, doch darf dieselbe nicht übermäßig groß sein.

Selbstverständlich ist es, daß in dem Maße, wie der Wasserraum vergrößert wird, die Zeit des Anheizens eine Verlängerung erfährt, beide Vorzüge können eben nicht vollständig vereinigt werden. Wasserröhrenkessel müssen ferner mit gutem Wasser gespeist und weniger gutes muß vor seinem Eintritt in den Kessel gereinigt werden, wenn ein häufiges Reinigen vermieden werden soll. Das Durchbrennen der untern Rohrreihen sucht man neuerdings dadurch zu verhindern, daß man den Wasserzufluß zu diesen Reihen durch geeignete Einrichtungen erleichtert. Die Wärmeabgabe findet infolge der Zerteilung der Heizgase durch die senkrecht getroffenen Rohrreihen schnell statt, so daß die Heizfläche sehr wirksam ist. Daß trotzdem der Wirkungsgrad nicht höher ist, als der anderer Kessel, liegt teilweise an der Feuerung, welche als Außenfeuerung viel Wärme ausstrahlt, und teilweise an den

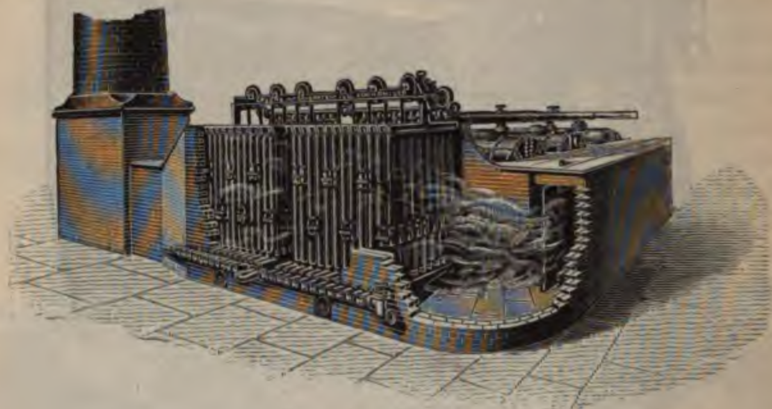


Abb. 45. Greenscher Economiser. E. Green & Sohn, A.-G., Köln.

Zügen, welche als Außenzüge leicht kalte Luft saugen. Die Feuerungsanlage muß daher mit Sorgfalt ausgeführt und gewartet werden.

Die Überhitzer, aus Gruppen geheizter Rohrelemente bestehend, welche in ein gemeinsames Dampfrohr münden, werden bei Flamm- und Heizrohrkesseln auf den Kessel aufgesetzt oder in das nach vorn verlängerte Flammrohr eingeschoben, bei Wasserröhrenkesseln zwischen oberster Rohrschicht und Oberkessel eingebaut (Abb. 43 und 44) und mittelbar durch die Heizgase von einer Temperatur über 500° geheizt, so daß eine besondere Bedienung nicht erforderlich ist. Der Überhitzer muß ausschaltbar und, da er unter Kesseldruck steht, mit einem Manometer, mindestens aber mit einem Sicherheitsventil versehen sein.

Die Heizfläche des Überhitzers muß zu 0,16 bis 0,5 der Kesselheizfläche genommen werden, je nach der Überhitzungstemperatur und der Beanspruchung des Kessels.

Die mit durchschnittlich etwa 300° Temperatur den Kessel verlassenden Heizgase können bei großen Anlagen noch zur Erwärmung des Kesselspeisewassers bzw. von Wasser für Wasch-, Bade- und Fabrikationszwecke benutzt werden, indem man diese Wässer durch einen Greenschen Economiser (Abb. 45) gehen läßt, der zwischen Kessel und Fuchs ausschaltbar eingebaut wird; derselbe besteht aus einer Verbindung zahlreicher, senkrechter, dünnwandiger Gußrohre, welche von den Heizgasen bestrichen und durch eine mechanisch auf und nieder bewegte Kratzvorrichtung von Zeit zu Zeit von angesetzter Asche und Ruß befreit werden. Für den Erfolg ist es gleichgültig, ob das Wasser in sämtlichen Röhren gleichzeitig von unten nach oben steigt oder ob es die Rohrreihen nacheinander entgegen der Zugrichtung der Heizgase durchfließt.

Verlassen die Heizgase den Kessel mit weniger als 230° Temperatur, wie es bei vereinigten Flammrohr- und Heizröhrenkesseln mit reichlicher Heizfläche wohl vorkommt, so lohnt sich die Aufstellung eines Economisers im allgemeinen nur bei Tag- und Nachtbetrieb.

Bei einer Fuchstemperatur von 300° und darüber darf für je 1 qm Heizfläche 1 bis 1,25 qm, bei 250° aber nur etwa 0,5 bis 0,75 qm Economiserheizfläche eingebaut werden, damit die Gastemperatur nicht unter 150° sinkt, da sonst der Schornsteinzug zu schwach wird. Die Brennstoffersparnis kann je nach der Temperatur der Abgase bis 25 v. H. betragen.

Durch die nachträgliche Aufstellung eines Economisers wird, was wohl zu beachten ist, die Zugwirkung des Schornsteins vermindert; hat derselbe etwa schon vorher nur ungenügenden Zug, so ist vor der Anlage eines Economisers die Errichtung eines neuen Schornsteins in Betracht zu ziehen.

Die Feuerung der Dampfkessel kann als Unter-, Vor- oder Innenfeuerung ausgeführt werden.

Die Unter- und noch mehr die Vorfeuerungen haben größere Strahlungsverluste und sind deshalb weniger wirksam als die Innenfeuerungen, erstere müssen indessen für Großwasserraum- und Wasserröhrenkessel bei Steinkohlenfeuerung angelegt werden (Abb. 42 bis 44). Vorfeuerungen empfehlen sich insbesondere für geringwertige Brennstoffe, wie Braunkohle, Holz, Torf und Lohe, welche in diesen noch mit Vorteil verbrannt werden können. Die eigentliche Feuerung und bei Einzelkesseln auch der erste Feuerzug müssen dabei sehr sorgfältig gegen Ausstrahlung geschützt werden, ebenso müssen bei Gruppenkesseln die Außenmauern aus einem Baustoff hergestellt werden, welcher die Wärme schlecht leitet und nicht rissig wird.

Bei Flammrohr- und Heizröhrenkesseln und mittleren und guten Brennstoffen werden zweckmäßiger Innenfeuerungen angelegt, die

ihre strahlende Wärme an das Kesselwasser und nicht an das Mauerwerk abgeben und daher den Brennstoff am besten ausnutzen und einfach sind, doch muß das Flammrohr- bzw. das Feuerrohr oder die Feuerbüchse so geräumig sein, daß sich die Flamme völlig ausbilden kann, Abkühlung und unvollkommene Verbrennung also möglichst vermieden werden.

Die Verbrennung wird bei Verwendung von Steinkohlen auf einem Planrost bewirkt (Abb. 42 bis 44). Braunkohlen werden auf Treppenrosten verbrannt, die wenig Brennstoff durchfallen lassen, aber sehr bedeutende Wärmemengen nach dem Heizerstande ausstrahlen.

Die Feuerung hat die zur Dampfbildung nötige Wärme zu erzeugen, weshalb stündlich eine gewisse Kohlenmenge verbrannt werden muß. Zur Verbrennung muß der Kohle mehr Luft zugeführt werden, als zur vollkommenen Verbrennung nötig ist, da der Brennstoff der Luft nur wenig Angriffsfläche bietet und deshalb nur ein Teil des Sauerstoffes in die Verbrennung eintritt. Es muß aber mit möglichst wenig Luftüberschuß gearbeitet werden, weil sowohl der Stickstoff der Verbrennungsluft als der überschüssige Sauerstoff schädlich sind, indem sie durch die Heizgase erwärmt werden müssen, was die Temperatur herabdrückt. Der Zug für die Feuerung muß reichlich sein, weil im Betriebe Kohlen- und Luftmenge stark schwanken und auch für vorübergehend starke Beanspruchung der Zug noch genügend sein muß.

Die Verbrennung geschieht um so vollkommener, je langsamer sie bewirkt wird. Bei langsamer, also guter Verbrennung können erfahrungsgemäß nur 50 kg, bei schnellerer, also weniger guter Verbrennung 75 kg und bei angestrengtem Betrieb 100 kg guter Steinkohlen auf 1 qm Rostfläche verbrannt werden bei 10 bis 20 cm Dicke der Kohlenschicht, je nach Art und Stückgröße der Kohlen. Mit der Steigerung der Verbrennung wird die erzeugte Dampfmenge zwar zunehmen, in viel größerem Maße aber der Kohlenverbrauch, indem bei langsamer Verbrennung 9 kg, bei angestrengtem Betrieb aber nur 6 kg Dampf mit 1 kg Kohlen erzeugt werden können.

Der Wirkungsgrad des Kessels soll 0,75 bis 0,80 betragen.

Die Roststäbe des Planrostes erhalten am besten eine Stärke unter 10 mm mit gleicher Spaltweite und mindestens 15 cm Höhe, welche durch die durchziehende kalte Luft ausreichend gekühlt werden. Verwickelte Roststabformen bringen im Verhältnis zur Preiserhöhung meist keinen entsprechenden Nutzen. Werden Kleinkohlen verfeuert und wird Wert auf gute Rauchverbrennung gelegt, so dürfen die Roststäbe höchstens 5 bis 6 mm stark sein und müssen Spalten von 2 bis 2,5 mm Weite erhalten, die Stäbe müssen aber dann verkürzt werden und statt einer oder zwei Reihen, drei bis vier Stabreihen hintereinander gelegt werden.

Der Brennstoff muß regelmäßig und in ganz bestimmten Zwischenräumen aufgegeben werden, dabei aber nicht zuviel auf einmal, weil sonst der Luftzutritt versperrt wird und die auf der Kohlenoberfläche massenhaft sich entwickelnden stark rauchenden Gase größtenteils unverbrannt entweichen. Die Kohle muß deshalb mit einer flach gefüllten Schaufel über den Rost gestreut werden, damit neben einer schwarzes Gas entwickelnden Stelle immer kleine Stellen glühender Kohlen liegen, die der benachbarten Stelle den Luftüberschuß zuführen. Ferner müssen vor allen Dingen ausgebrannte Stellen in der Kohlenschicht vermieden werden, und die Kohle darf nicht zuweit herunterbrennen, weil sonst zu reichlich Luft durchgeht und beim nächsten Beschicken die frische Schicht zu dick wird, und endlich ist die Dicke der Kohlenschicht nach der Stärke des Schornsteinzuges zu bemessen. Die Rostspalten müssen für den Luftzutritt frei gehalten werden, weshalb bei backender Kohle, welche zweckmäßig angefeuchtet wird, oftmaliges Schüren und bei schlackender Kohle ein oftmaliges Abschlacken erforderlich ist. Jedes unnötige Schüren ist aber zu vermeiden. Eine andere Art der Rostbeschickung, die aber viel mehr Arbeit erfordert, besteht darin, die frischen Kohlen nur vorne aufzugeben und die vergasten Brennstoffe nach der Feuerbrücke hinzustoßen. Der Rauchschieber ist bei offener Feuertür, also beim Aufgeben, Schüren und Abschlacken geschlossen zu halten, sonst strömen während dieser Zeit große Luftmengen ein und kühlen Kessel und Feuerzüge bedeutend ab. Da auch immer mit möglichst wenig Luftüberschuß gearbeitet werden soll, so muß unmittelbar nach dem Aufgeben der Kohlen mehr Luft zugeführt werden als kurz vor dem Aufgeben, der Rauchschieber muß also nach dem Aufgeben mehr geöffnet und dann mit dem Fortschreiten der Verbrennung allmählich geschlossen werden.

Auf das Verhalten der Kohlen bei der Feuerung ist der Aschengehalt derselben von Einfluß. Besteht die Asche aus Ton und Sand oder Kalk, so heißt sie trocken, fällt leicht durch den Rost, gibt aber auch zur Bildung von Flugstaub Veranlassung, was besonders bei Röhrenkesseln lästig ist; ist die Kohle aber sehr eisenhaltig, enthält sie also z. B. viel Eisenkies, so schmilzt sie zu einer dunkelfarbigen Schlacke und es macht viel Mühe, die Rostspalten frei zu halten. Am angenehmsten für den Kesselbetrieb ist eine reine, nur eben sinternde Kohle, welche weder auf dem Rost zusammenbackt, wie die Backkohle, noch zerfällt, wie die Sandkohle.

Vorteilhaft ist es, die verbrauchte Kohle regelmäßig zu wiegen, um ein Maß für die verbrauchte Menge zu haben, ebenso Asche und Schlacken, um zu erfahren, welche Ausgaben auf diese entfallen. Ebenso empfiehlt sich eine dauernde Prüfung des Betriebes schon wegen ihrer günstigen Wirkung auf die Gewissenhaftigkeit des Heizers

sehr, zu welchem Zwecke die Temperatur der Abgase durch Thermometer oder Pyrometer im Fuchs, die Zugstärke durch Zugmesser und der Kohlensäuregehalt der Rauchgase, welcher Aufschluß über den Luftüberschuß gibt, durch Orsatapparate, Dasymeter oder Ökonometer gemessen werden.

Trotz der Ansicht, daß ein tüchtiger Heizer die vollkommenste Bedienung eines Dampfkessels zu erzielen vermöge, sind doch für große Kesselanlagen mechanische Beschickungsvorrichtungen wünschenswert, welche den Brennstoff entweder von einem Fülltrichter aus nach der Vorderseite des Rostes bringen, von wo aus derselbe langsam ins Feuer wandert und entsprechend seinem Fortrücken entgast wird, oder den Brennstoff mit Hilfe von sich drehenden Scheiben, Schaufeln u. dgl. unmittelbar über den Rost streuen. Das häufige Öffnen der Feuertür fällt dabei fort, der Brennstoff wird dem Kessel mit großer Regelmäßigkeit zugeführt, seine Erneuerung ist unabhängig von der Sorgfalt und Aufmerksamkeit des Heizers, die Verdampfung wird daher besser und die Arbeit des Heizers vermindert. Schwierig ist aber vor allen Dingen die Zufuhr der Kohle der wechselnden Dampfentnahme anzupassen, auch sind die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten der zur Betätigung der ziemlich verwickelten Einrichtungen nötigen Getriebe bedeutend und endlich muß die Kohle trocken sein, eine Bedingung, welche nicht immer zu erfüllen ist. Mechanische Beschickungseinrichtungen sind daher für Anlagen mit unveränderter Beanspruchung der Kessel, wie Spinnereien, Webereien und elektrische Zentralen, schätzbar, und es hat die Kettenrostfeuerung, Bauart Babcock & Wilcox (Abb. 46), ein umlaufender Kettenrost, wegen seiner Betriebssicherheit und seines geringen Kraftbedarfes eine größere Verbreitung erlangt; unbrauchbar sind sie dagegen für solche Anlagen, deren Dampfverbrauch sehr wechselt. Besonders eignen sich trockene und kleine Kohlen, nicht aber große Kohlenstücke für diese Feuerungen, auch müssen stets Einrichtungen getroffen werden, um im Falle einer Betriebsstörung oder falls die Kohle zu feucht ist, um durch die Einrichtung zu gehen, den Betrieb von Hand bewirken zu können.



Abb. 46. Mechanische Kettenrostfeuerung der Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke, Oberhausen.

Der Zug für die Feuerung wird meist durch natürlichen Schornsteinzug hervorgebracht, es kann aber auch künstlicher Schornsteinzug oder Unterwind zur Anwendung kommen.

Für dauernde Anlagen werden gemauerte Schornsteine angelegt, welche die Wärme besser zusammenhalten als eiserne, und dauerhafter sind. Die Querschnittsform des Schornsteins ist auf die Zugerzeugungsfähigkeit desselben ohne Einfluß, welche von der Höhe und der Querschnittsfläche abhängt. Meist wird indessen der kreisrunde Querschnitt gewählt, der dem Winde die geringste Angriffsfläche darbietet, also standfähigere Schornsteine ergibt.

Um bei der zeitweisen nötigen Reinigung und Ausbesserung der Kessel den Betrieb nicht einschränken oder unterbrechen zu müssen, sind ein oder mehrere Hilfskessel mit einer Heizfläche von etwa 0,25 bis 0,30 v. H. der Gesamtheizfläche sämtlicher Kessel anzulegen.

Die Größe der anzulegenden Kesseleinheiten und damit die Zahl der Kessel wird mit Rücksicht auf eine wirtschaftliche Dampferzeugung so bestimmt, daß jeder Kessel während der Betriebsdauer voll in Anspruch genommen wird, da nur dann ein hoher Wirkungsgrad erreichbar ist.

Für größere und große Anlagen empfehlen sich aus wirtschaftlichen Gründen ferner große Kesseleinheiten, welche geringere Anlage- und Bedienungskosten verursachen als kleinere Einheiten. Für nicht sehr wechselnden Dampfverbrauch sind deshalb Wasserröhrenkessel mit entsprechend großen Oberkesseln zweckmäßig, weil sie in größeren Einheiten ausführbar sind und weniger Raum in Anspruch nehmen, als Großwasserraumkessel und doppelt so schnell und mit der Hälfte Brennstoff angeheizt werden können; sie sind aber teuerer und haben gewöhnlich einen etwas geringeren Wirkungsgrad als Großwasserraumkessel, weshalb bei der Wahl der Kessel Brennstoffersparnis und Arbeitslöhne gegen Zinsverluste abgewogen werden müssen.

Für kleinere Anlagen sind große Kesseleinheiten nicht vorteilhaft, wegen des im Hilfskessel tot anzulegenden Kapitals.

Bei der Bestellung eines Kessels ist ein angemessener Wirkungsgrad bei Normal- und Höchstleistung, technisch trockener Dampf und namentlich bei Wasserröhrenkesseln, ein das Festsetzen von Kesselstein in den Röhren hindernder Wasserumlauf vorzuschreiben und die Erfüllung dieser Vorschriften bei der Übernahme seitens des Fabrikanten nachzuweisen.

Für große Kesselanlagen sind Kohlenförderungsanlagen (Abb. 47 und 48) vorteilhaft, welche die Kohlen aus dem Eisenbahnwagen oder Schiffe ohne Handarbeit auf oder doch vor die Roste befördern und deren Anlagekosten in verhältnismäßig kurzer Zeit getilgt sind, außerdem wird zweckmäßig ein größeres Lager angelegt, welches die Schwankungen in der Kohlenzufuhr genügend ausgleicht.

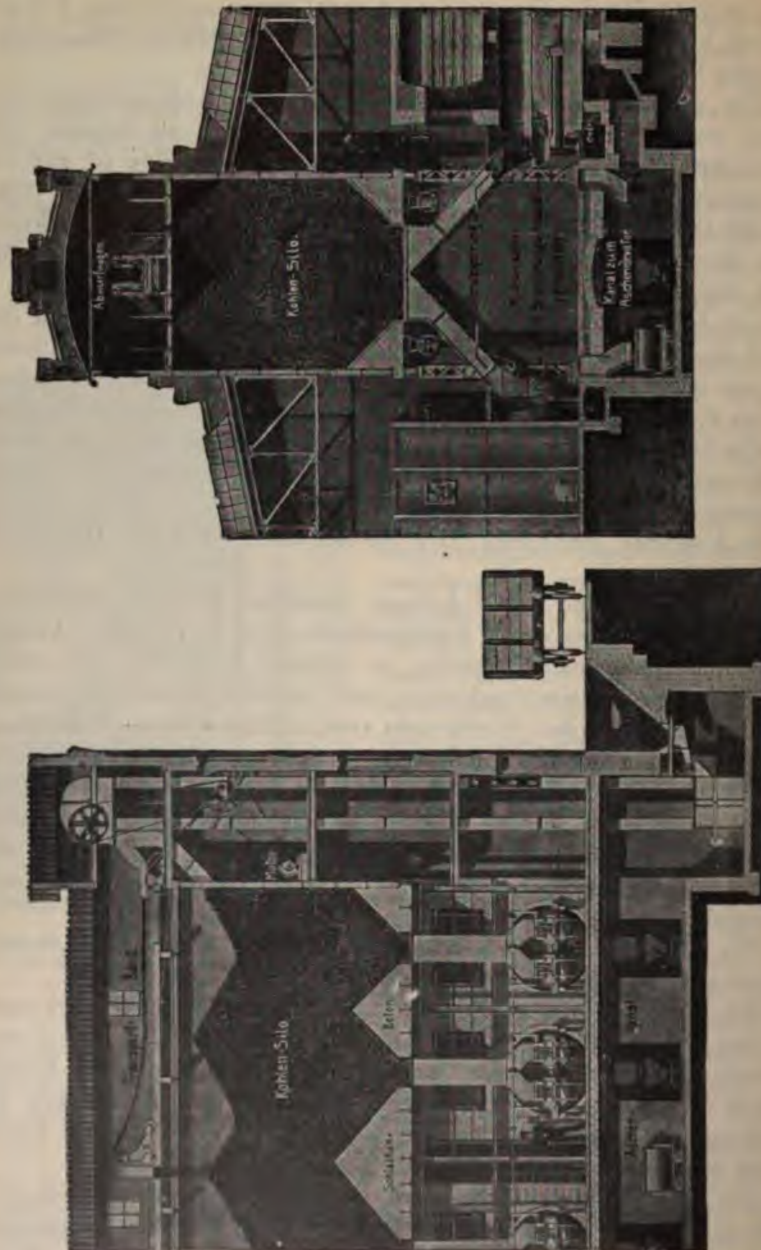


Abb. 47. Kohlenförderungsanlage mittels Gurttransporteur von J. A. Topf & Söhne, Erfurt.

Für die Kohlenförderung werden Gurttransporteure in Verbindung mit Elevatoren und Becherwerke benutzt.

Bei der Zufuhr mit der Eisenbahn, um die es sich in den meisten

ıandelt, wird der Kohlenwagen bsttätigen Entladern durch der Bodenklappen, bei gehen Wagen mit Hilfe eines ıkippers oder durch Ausln in eine Grube entleert, deren durch einen Speiseapparat ssen ist. Aus der Grube wereiner Transporteuranlage die durch den Elevator, ein verk, gehoben und mittels des porteurs in dem Kohlen- (Kohlensilo) verteilt, aus ı dieselben dann durch große ichter vor die Kessel gebracht so daß sie bequem verfeuert können, oder falls Treppenler mechanische Beschickungsungen vorhanden sind, diesen lbar zugeführt. Der Transr besteht im wesentlichen aus ndlosen Gurt, welcher durch len unterstützt und durch ıeiben oder Rädervorgelege ben wird, und auf welchen ılen durch den Elevator bewerden. Die Verteilung erırch einen in den Gurt einzeten Abwurfwagen, in ı der Gurt über zwei Rollen und die Kohle veranlaßt ıch rechts oder links herunter- (Abb. 47).

m selbsttätigen Transport sche und Schlacken werden rtransporteure verwendet, die Asche unter allen Kesseln m Elevator befördern, von ı sie dann entweder auf Vorfen oder unmittelbar in Eisengen geschüttet werden.

ır zweckmäßig zum Kohlenchetransport, weil sehr einfach lig, ist auch das Huntsche

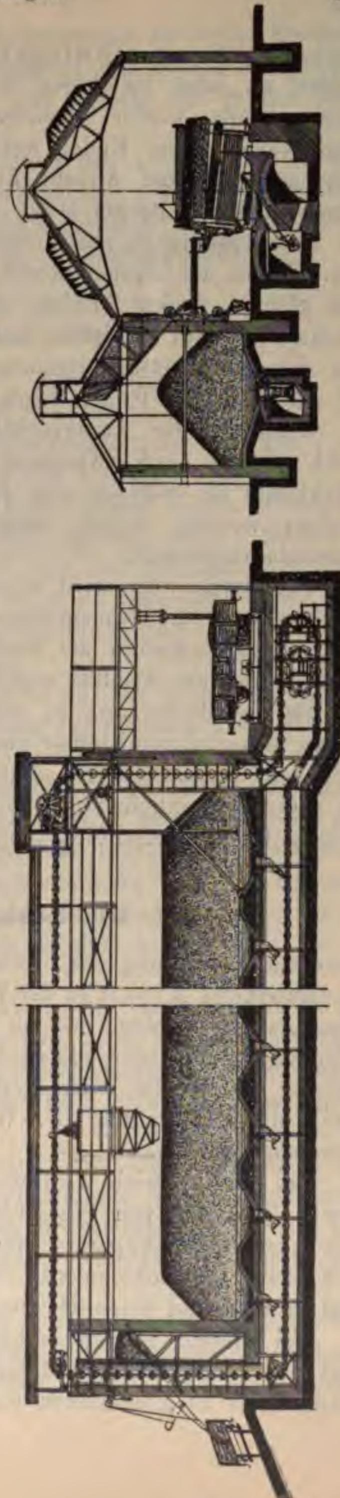


Abb. 48. Kohlenförderungsanlage mittels Huntschen Becherwerkes von J. Pohlig, Akt.-Gesellsch., Köln a. Rh.

Becherwerk mit schwingenden Bechern (Abb. 48), welche die Kohlen an jeder beliebigen Stelle aufnehmen und an irgend einer andern Stelle wieder ausladen und besteht aus einer doppelten Laschenkette ohne Ende, welche mit Laufrollen versehen ist und zwischen sich eine Anzahl über ihrem Schwerpunkt aufgehängter freischwingender Becher trägt, die daher bei jeder Bewegungsrichtung der Kette senkrecht nach unten hängen. Das mechanische Beladen bzw. Füllen der Becher findet durch einen sog. Füller, eine Anzahl kleiner, flacher Trichter statt, welche an einer mit Rollen versehenen und auf Schienen laufenden Kette ohne Ende hängen, die von der Hauptkette mitgenommen wird, so daß sich die Trichter auf die laufenden Becher legen.

Gestatten die Raumverhältnisse die Anwendung eines Füllers nicht, so kann bei Verwendung von Nußkohlen und nicht allzu grober Stückkohle die Füllung der Becher auch durch sog. Füllklappen bewirkt werden, welche ebenso wie der Füller ein Streuen des Materials verhindern.

Die Becherkette wird durch eine Windevorrichtung bewegt, die durch irgend eine Transmission oder einen Motor angetrieben werden kann. Das Entleeren der Becher an beliebiger Stelle wird dadurch bewirkt, daß ein daselbst angebrachtes Hindernis die Becher umdreht.

Da das Becherwerk in jeder Richtung fördern kann, so bewegt es das Material unmittelbar und ohne jede Erschütterung vom Belade- nach dem Entladepunkte, so daß dasselbe nicht zerstückelt wird und der Betrieb reinlich und staubfrei ist; auch kann das Becherwerk gleichzeitig zum Aschetransport benutzt werden.

III. Die Gaskraftmaschinenanlage

dient zur Umsetzung der chemischen Energie des Brennstoffes in mechanische Arbeit in der Weise, daß durch Verbrennung desselben Gase erzeugt werden, welche mit Luft gemischt und entzündet im Zylinder der Maschine plötzlich verbrennen und den Kolben derselben treiben, so daß die Wärmeverluste, welche bei der Dampfmaschine durch die Übertragung der Wärme auf das Wasser eintreten, hier vermieden werden.

Im Fabrikbetrieb wird meist sogen. Kraftgas benutzt, welches durch Überleiten von Wasserdampf und Luft über glühende Kohlen mittels einfacher Apparate erzeugt wird, aus etwa 18 v. H. Wasserstoff, 24 v. H. Kohlenoxyd, im übrigen aus Kohlensäure und Stickstoff besteht und einen Heizwert von 1200 WE/cbm hat.

Bei diesem Prozeß verbrennt nämlich unter dem Einfluß der *Luft und* einer hohen Kohlenschicht im Ofen der größte Teil des *Brennstoffes* zu Kohlenoxyd und durch den glühenden Brennstoff wird

das Wasser in seine Bestandteile zerlegt, wobei als wertvoller Bestandteil der Wasserstoff frei wird. Der Stickstoff der Luft und die entstehende Kohlensäure sind unwirksam und müssen mit in den Kauf genommen werden.

Außer dem Kraftgase eignen sich auch die Abgase der Hoch- und Koksöfen aus etwa 27 v. H. Kohlenoxyd, 2 v. H. Wasserstoff, der Rest aus Stickstoff und Kohlensäure bestehend, mit einem Heizwert von 800 WE/cbm zum Betrieb von Gaskraftmaschinen.

1. Die Gaserzeugungsanlage

besteht aus dem Kraftgasgenerator, einem Schachtofen, der zur Aufnahme des Brennstoffes dient, den Apparaten zur Bildung des erforderlichen Dampfes und zur Herbeischaffung der nötigen Luft, sowie den Einrichtungen zur Reinigung des erzeugten Gases.

Zur Gasbereitung wird meist Anthrazit oder Koks verwendet, Brennstoffe, welche kohlenstoffreich aber gasarm sind. Gasreiche Kohlen enthalten Ammoniak und Teer, die bei der einfachen Herstellungsweise des Kraftgases weniger leicht zu beseitigen sind.

Das Kraftgas kann in Druckgeneratorgas- oder Sauggeneratorgasanlagen erzeugt werden.

In Druckgasanlagen (Abb. 49) wird der zur Gasbildung nötige Wasserdampf von 4 bis 6 Atm. Spannung (gewöhnlich 1 kg Wasserdampf auf 1 kg Brennstoff) in einem besondern kleinen Dampfkessel erzeugt und mittels eines Dampfstrahlgebläses oder eines Ventilators die erforderliche Luft mit Dampf gemischt unter den Rost des Generators gedrückt, worauf das Gemisch die glühende Brennstoffschicht durchstreicht und die Gasbildung beginnt. Um eine zu große Wasseransammlung in der Gebläseluft zu vermeiden, welche der Güte des erzeugten Gases schaden würde, wird überhitzter Dampf verwendet.

Das Gas wird darauf in einem Skrubber, einem mit Koks gefüllten Zylinder, gereinigt, in den es von unten eintritt und oben abzieht, während ihm von oben rieselndes Wasser entgegenströmt, und seine Wärme zur Vorwärmung der Luft und des Kesselspeisewassers verwendet.

Bei größeren Anlagen wird hinter dem Skrubber noch ein Reiniger eingeschaltet, ein Kessel, welcher eine Anzahl Holzhorden enthält, auf welchen Sägespäne ausgebreitet liegen, die das Gas von unten nach oben durchströmt und welche allen Schmutz und alle teerigen Bestandteile aufnehmen.

Nach Verlassen des Skrubbers bzw. des Reinigers strömt das Gas in die Reglerglocke, einen Gasbehälter, der mehreren Generatoren gemeinsam sein kann und den Zweck hat, dem Gase einen geringen

Druck zu erteilen, sowie die durch den Betrieb der Maschine v
ursachten Ungleichmäßigkeiten auszugleichen, und wird dann z
Maschine geführt.

Die Reglerglocke steht mit einem **Dampfventil** zwisch
Dampfkessel u
Gebläse in V
bindung, schli
dasselbe nach
fordern mehr o
weniger und re
dadurch die (
bildung selbsttä



Abb. 49. Druckgeneratorgasanlage der Gasmotorenfabrik Deutz, Köln-Deutz.

Bei Betri
unterbrechung
läßt man den G
rator gewöhn
nicht ausgeh
sondern unter
die erforderli
glühende Bre
stoffschicht d
durch, daß das
bläse abgestellt
ein Abzugsrohr
Generators m
oder weniger
öffnet wird.

Die **Sa**
gasanlagen (
bildung 50) s
wesentlich ei
facher als
Druckgasanlag
haben daher
Vorteil gering
Anlagekosten
geringeren Ra
bedarfs. Geb
und Gasbehä
fallen fort. Die
Bildung des Kraftgases nötige Luft wird durch die Saugwirkung
Gaskraftmaschine in den untern Teil des Generators angesaugt und
erforderliche Wasserdampf durch die im Generator oder den Abga
frei werdende Wärme ohne Zuhilfenahme einer besonderen Feueru

erzeugt. Das Dampf-Luft-Gemisch wird hergestellt, indem die angesaugte Luft über den Wasserspiegel des sog. Verdampfers ge-

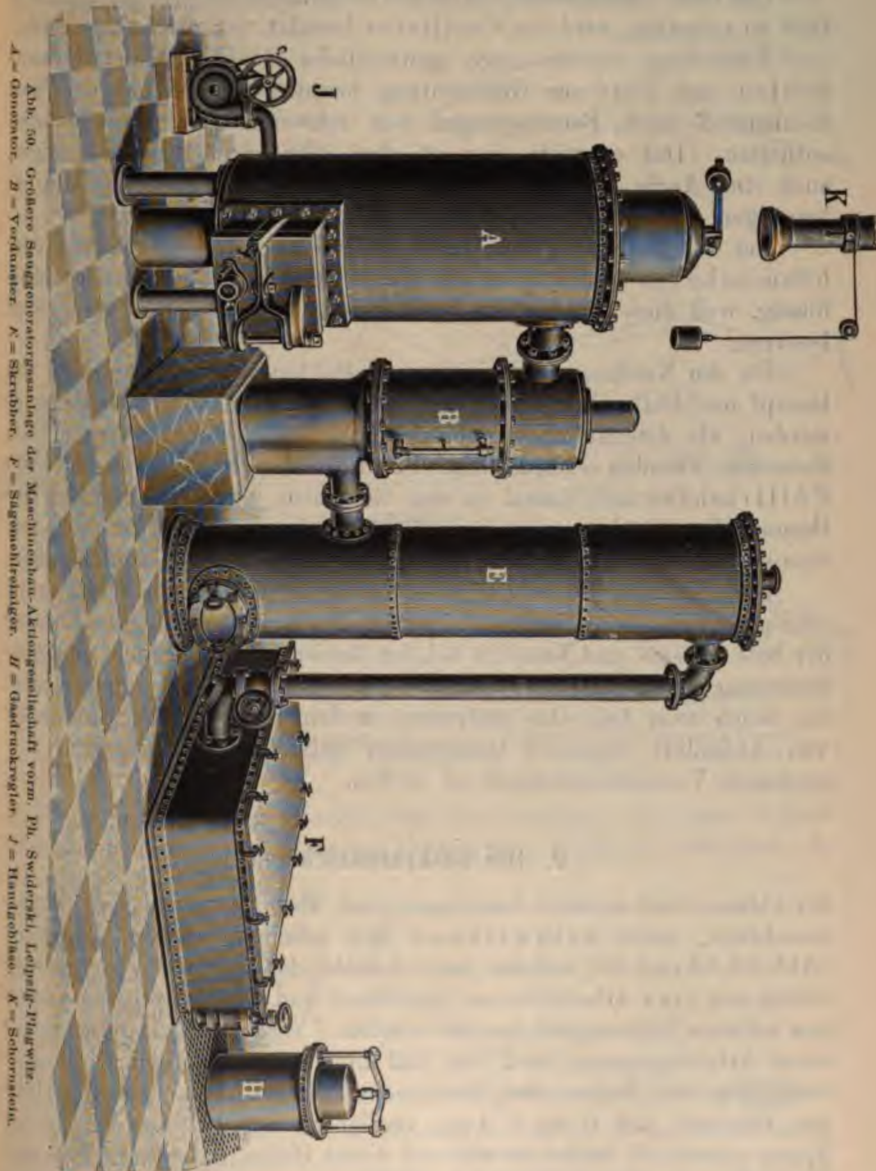


Abb. 50. Größere Sauggeneratorgasanlage der Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Ph. Swiderski, Leipzig-Plagwitz.
A = Generator. B = Verdunster. E = Skrubber. F = Sägemehlreiniger. H = Gasdruckregler. J = Handgebläse. K = Schornstein.

leitet wird, dessen Wasser durch die Generatorgase auf etwa 90° erhitzt wird, auch wird der Verdampfer durch einen, teilweise mit Wasser gefüllten, seitlichen Verdunster ersetzt, bestehend aus zwei

durch Siederohre verbundene Kammern, die zum Zwecke der Erwärmung des Wassers von den heißen Gasen durchströmt werden.

Um beim Ingangsetzen des kalten Generators die Brennstoffsäule in Glut zu versetzen, wird ein Ventilator benutzt, der zur Anlage gehört.

Neuerdings werden auch gewöhnliche Steinkohlen, Braunkohlen und Torf zur Gasbereitung benutzt, welche neben reinem Kohlenstoff noch Beimengungen von schweren Kohlenwasserstoffen enthalten. Das erzeugte Gas ist aber sehr sorgfältig zu reinigen, auch sind Asche, Schlacken und teerige Abscheidungen sorgfältig zu beseitigen.

Bei der Bereitung von Gas aus Braunkohlen (Briketts oder böhmische Braunkohlen) ist der Wasserdampfzusatz gewöhnlich überflüssig, weil diese Brennstoffe bereits einen genügenden Wassergehalt besitzen.

Da die Kraftmaschine das zur Gasbildung nötige Gemenge von Dampf und Luft selbst ansaugt, so kann stets nur so viel Gas erzeugt werden, als die Maschine gebraucht. Die für einen Zeitraum von mehreren Stunden erforderliche Brennstoffmenge kann durch einen Fülltrichter auf einmal in den Generator eingefüllt werden, der Brennstoff sinkt dann dem Bedarf entsprechend von selbst nach und eine ständige Bedienung, wie beim Dampfkessel, ist daher nicht nötig.

Das Kraftgas ist wegen seines hohen Gehaltes an Kohlenoxyd sehr giftig, deswegen ist besonders bei Druckgasanlagen gute Lüftung der betr. Räume und Vorsicht bei der Bedienung, Reinigung und Ausbesserung der Apparate empfehlenswert, aber auch bei Sauggasanlagen, bei denen zwar kein Gas austreten, in denen aber durch Eindringen von Außenluft explosive Gasgemenge entstehen können, sind ausreichende Vorsichtsmaßregeln zu treffen.

2. Die Gaskraftmaschinen

für kleinere und mittlere Leistungen sind, abweichend von den Dampfmaschinen, meist halbwirkend und arbeiten im sog. Viertakt (Abb. 51, 52 und 53), welcher darin besteht, daß während vier Kolbenhüben nur eine Arbeitsleistung stattfindet und die übrigen Hübe durch das schwere Schwungrad bewirkt werden. Während des ersten Hubes eines Arbeitsprozesses wird Gas und Luft in bestimmtem Mischungsverhältnis vom Kolben der Maschine angesaugt, beim zweiten Hube das Gemisch auf 6 bis 8 Atm. verdichtet, im Beginn des dritten Hubes entzündet, leistet es während dieses Hubes Arbeit und während des vierten Hubes werden die Verbrennungsrückstände durch den Kolben in die freie Luft hinausgedrückt.

Bei der sehr schnellen Verbrennung des Ladungsgemisches wird im Zylinder der Maschine ein Druck von etwa 20 bis 28 Atm. er-

zeugt, der den Kolben vorwärts treibt, wobei sich das Gas ausdehnt, so daß am Hubende nur noch ein Druck von etwa 2 bis 3 Atm. herrscht, mit dem die Rückstände in die äußere Luft treten. Bei der Ver-

Abb. 51. Schematische Darstellung einer einfachwirkenden Viertakt-Gaskraftmaschine. Prometheus, Jahrg. XV.

C = Zylinder. *K* = Kolben. *E* = Gaseinlaßventil. *A* = Auslaßventil. *D* = elektrische Zündung. *R* = Kompressionsraum. *M* = Kühlwasser. *S* = Pleuelstange. *P* = Kurbel. *W* = Schwungradwelle.

dichtung des Ladungsgemisches vor der Zündung wird zwar Arbeit verbraucht, doch ist eine starke Verdichtung trotzdem vorteilhaft, da sie eine gute Wärmeausnutzung und geringen Gasverbrauch zur Folge hat. Bei der Explosion und Verbrennung wird eine große Menge Wärme frei und es entsteht im Zylinder eine Temperatur von 1700 bis 2000°, während die Abgase beim Verlassen der Maschine noch 400 bis 500° Temperatur besitzen, so daß der Zylinder gekühlt werden muß. Das zur Kühlung benutzte Wasser, etwa 40 l für die PS_e/Std., wird so

Abb. 52. Diagramm der Arbeit einer Viertakt-Gaskraftmaschine. Prometheus, Jahrg. XV.

1–*2* = Saughub. *2*–*3* = Kompressionshub. (*3*–*4*) – *5* – *6* = (Explosion) und Arbeitshub. *6* – *1* = Auspuffhub.

geregelt, daß das erwärmte Wasser mit 60 bis 70° Temperatur abfließt.

Die Steuerung der Maschine erfolgt durch im Zylinderkopf untergebrachte Ventile, welche besser in gutem Zustande zu erhalten sind als der früher benutzte Schieber und eine höhere Verdichtung der Ladung gestatten.

Die Regelung der Geschwindigkeit und des Gasverbrauches erfolgt entweder durch Aussetzer oder durch Änderung des Ladungsgemisches oder durch Änderung der Füllung.

Die Regelung durch Aussetzer findet meist bei kleineren Maschinen Anwendung und wirkt in der Weise, daß bei Kraftüberschuß, also zu schnellem Gange, infolge Einwirkung eines Fliehkraftreglers der Kolben der Maschine nur Luft saugt, so daß eine Ex-

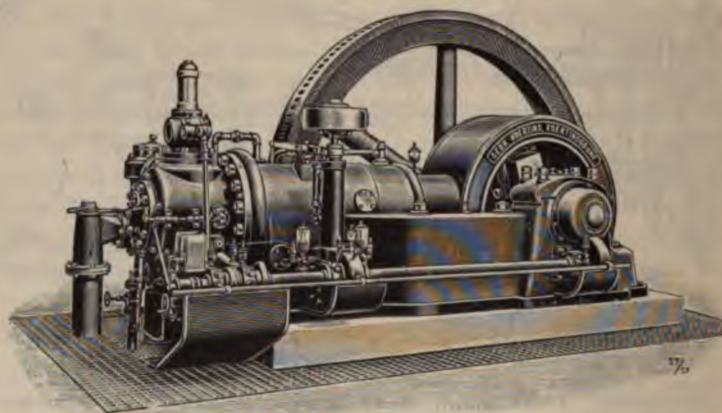


Abb. 53. Liegende einzylindrige einfachwirkende Viertaktmaschine für Leistungen bis 180 PS. und Sauggeneratorgasbetrieb von Gebr. Körting, Hannover.

plosion und somit ein Arbeitshub ausfällt und die Maschine wieder langsamer läuft. Die Aussetzerregelung arbeitet wegen der stets gleich guten Verbrennung des Ladungsgemisches am sparsamsten, doch leidet bei abnehmender Leistung die Gleichförmigkeit des Ganges der Maschine.

Größere Gaskraftmaschinen und solche, bei denen es auf eine hohe Gleichförmigkeit des Ganges bei allen Kraftleistungen ankommt, werden gegenwärtig meist durch Änderung der Füllung geregelt und erhalten eine sog. Präzisionssteuerung, bei der die stets gleichbleibende Zusammensetzung der Ladung, welche die günstigste Verbrennung gewährleistet, durch das sog. Mischventil vor seinem Eintritt in den Zylinder bewirkt wird, während die nötige Menge der Ladung, der jeweiligen Kraftleistung entsprechend, durch Steuerung des Gaseinlaßventils durch einen schrägen Nocken,

ıerseits vom Regler beeinflußt wird, oder durch Steuerung wischen Misch- und Gaseinlaßventil befindlichen Drossel- unmittelbar durch den Regler geschieht.

früher gebräuchliche Regelung durch Änderung des gsgemisches, bei ts der ganze Zy- nit Ladung gefüllt eren Gasgehalt aber ıehmender Leistung wird, geschieht Einwirkung des ftreglers auf einen en Nocken, der den Gasventils beeinflußt, die Luftzuströmung dert bleibt; sie eig- nur für nicht sehr ıde Kraftleistungen, ir Maschinen zum von Gebläsen, und ı dem Mangel, daß ıwacher Belastung ringer Kompression rme Gemische ent- önnen, daß die Zün- rsagt.

große Leistungen ich einfachwirkende drige Viertaktmaschi- b. 53) nicht, wegen ßen Zylinderabmes- der infolge der ıuftretenden Drücke schweren Gestänge fast unausführbar ı Schwungräder, ten sehr hohe Tem- n in der Maschine elche für Zylinder ıtile schädlich sind.

Abb. 54. Doppeltwirkende Viertakt-Kraftgasmaschine der Gasmotorenfabrik Deutz für Leistungen von 150 bis 6000 PS.

schinen über 100 PS. wurden daher früher meist zweizylindrig ırt und zwar bis 600 PS. als Zwillingsmaschinen mit neben- liegenden Zylindern, doppelt gekröpfter Welle und um 360° en Steuerungen oder als End- zu Endmaschinen mit zwei

in einer Linie auf verschiedenen Seiten der Kurbelwelle liegenden Zylindern, deren Schubstangen auf dieselbe Wellenkröpfung arbeiten, weshalb die Steuerungen beider Zylinder um 180° gegeneinander versetzt sind, und für Leistungen über 1200 PS. wurden endlich zwei nebeneinander liegende End- zu Endmaschinen mit einer gemeinschaftlichen doppelt gekröpften Welle verwendet.

Um die infolge der hohen Temperaturen auftretenden Übelstände zu verringern, wurden dann noch eingesetzte Zylinder benutzt, welche sich weniger leicht verziehen, statt je eines großen Einlaß- und Auslaßventils je zwei kleinere angeordnet und auch der Zylinderkopf mit einer besonderen Kühlwasserleitung versehen, um ihn möglichst kalt zu halten, da das Mantelwasser warm sein darf. Trotzdem leiden



Abb. 55. Doppeltwirkende Viertakt-Tandem-Kraftgasmaschine, Bauart Nürnberg. Wilhelmshütte, Waldenburg i. Schl.

diese Maschinen an vielen Mängeln, weshalb insbesondere End- zu Endmaschinen nicht mehr ausgeführt werden.

Wesentlich besser sind für Leistungen von 200 PS. ab die neuerdings gebauten doppeltwirkenden Viertaktmaschinen (Abb. 54), welche im Viertakt auf jeder Kolbenseite Arbeit leisten und deshalb geringere Abmessungen und Anlagekosten erfordern als einfachwirkende. Die Zylinder dieser Maschinen sind beiderseits geschlossen, der Zylinderkopf ist beseitigt und Ein- und Auslaßventile in Gehäusen untergebracht, welche unmittelbar am Zylinder sitzen. Wegen der größeren Zahl der Arbeitshübe wird die Zylindertemperatur höher als bei einfachwirkenden Maschinen, weshalb auch Kolben und Stopfbüchsen mit Wasser gekühlt werden müssen. Für größere Leistungen bis 1200 PS. werden Tandemmaschinen (Abb. 55) verwendet und durch Verbindung zweier Tandemmaschinen können Leistungen bis 2500 PS. ohne zu große Abmessungen der einzelnen Zylinder erhalten werden.

Die Zündung erfolgt bei Großgasmaschinen stets elektrisch, was am zuverlässigsten ist, während bei kleineren Maschinen auch Glühzündung benutzt wird.

Um die baulichen Schwierigkeiten und Unzuträglichkeiten, welche mit dem Betriebe großer einfachwirkender Viertaktmaschinen verbunden waren, zu umgehen und kleinere Zylinderabmessungen und einen höheren Gleichförmigkeitsgrad zu erhalten, sind auch Zweitaktmaschinen gebaut worden, d. h. solche, welche den Arbeitsprozeß in zwei Hüben durchführen; diesen muß aber das Ladungsgemisch durch ein besonderes Pumpwerk zugeschoben werden, da hier der Treibzylinder nicht gleichzeitig als Pumpe benutzt werden kann, auch müssen die Verbrennungsprodukte aus dem Zylinder entfernt werden, da der Maschinenkolben das nicht bewirken kann. Der Arbeitsprozeß wird weiter so ausgeführt, daß die Ladung im ersten

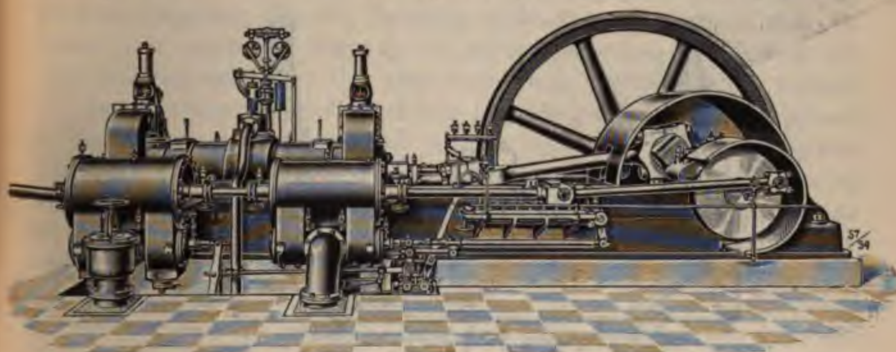


Abb. 56. Doppeltwirkende Zweitakt-Kraftgasmaschine von Gebr. Körting, Hannover.

Achtel des ersten Hubes eingenommen, darauf verdichtet und in der Nähe des Totpunktes entzündet wird, beim zweiten Hube findet dann die Ausdehnung der verbrannten Ladung und die Energieabgabe an die Kurbel statt und im letzten Achtel dieses Hubes werden die Verbrennungsprodukte entfernt. Das Einnehmen und Ausstoßen der Ladung geschieht gewöhnlich durch Schlitze, welche vom Kolben geöffnet und geschlossen werden, so daß Ventile meist entbehrlich sind.

Bei der einfachwirkenden Oechelhäuser-Maschine wird die Ladung durch eine Gemengepumpe in den Zylinder gedrückt, während die Verbrennungsrückstände mittels Preßluft aus dem Zylinder gespült werden. Die Maschine hat einen beiderseits offenen Zylinder und zwei Kolben, welche sich nach entgegengesetzten Richtungen bewegen; der vordere Kolben wirkt mittels Kreuzkopf und Schubstange unmittelbar auf eine mittlere, der hintere durch Vermittlung eines Querstückes, Kreuzköpfen, Verbindungs- und Schubstangen mittelbar auf zwei seitliche Wellenkröpfungen. Die Zündung erfolgt beim

innern Stande der Kolben, der Auspuff geschieht durch Schlitze am vordern, die Spülung durch Schlitze am hintern Zylinderende und die Zuführung der Ladung durch Schlitze hinter den Spülschlitzen, welche nacheinander vom Kolben frei gemacht werden. Die doppeltwirkende Gemengepumpe, von einer Verlängerung der hinteren Kolbenstange angetrieben, saugt auf der einen Seite Gas und Luft und drückt das Gemenge in den Zylinder und auf der anderen Seite Spülluft, welche sie nach den Spülschlitzen drückt. Die Regelung geschieht bei kleineren Kraftschwankungen durch Änderung des Ladungsgemisches, bei größeren durch Änderung der Füllung.

Bei der doppeltwirkenden Körting-Maschine (Abb. 56 und 57) findet der obige Arbeitsvorgang auf beiden Seiten des Kolbens statt. Eine Gas- und eine Luftpumpe, von der Schwungradwelle

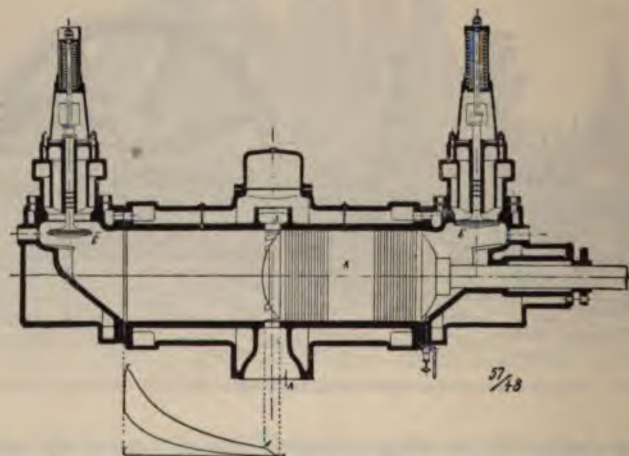


Abb. 57. Längenschnitt durch den Arbeitszylinder der Körting-Maschine.

betrieben, führen die Bestandteile der Ladung der Maschine getrennt zu, um vorzeitige Zündungen zu verhüten. Die Verbrennungsrückstände werden durch die frische Ladung aus dem Zylinder gedrängt, welche an deren Stelle tritt. Die Auspuffschlitze liegen in der Zylindermitte. Die Regelung des Ganges geschieht durch Änderung des Ladungsgemisches, indem der Regler mittels Nocken die an beiden Zylinderenden liegenden Eintrittsventile steuert.

Auch diese Maschinen haben sich als betriebssicher und wirtschaftlich arbeitend im allgemeinen bewährt, und der Kampf beider Maschinenarten um die Vorherrschaft ist z. Z. noch unentschieden.

Die Gaskraftmaschinenanlage nutzt die Wärmeenergie des Brennstoffes viel besser zur Arbeitsleistung aus als eine Dampfmaschinenanlage, da die Erzeugung des Kraftgases sowohl als die Verbrennung

lesselben in der Maschine auf dem unmittelbarsten Wege und mit len geringsten Verlusten vor sich geht.

Zieht man die Bilanz der Anlage, so sind etwa 75 bis 85 v. H. ler im Brennstoff enthaltenen Wärmeenergie im Kraftgase vorhanden, 27 bis 34 v. H. dieser Energie werden in der Kraftmaschine in Arbeit ımgewandelt (wobei etwa 40 v. H. der eingeführten Wärme an das Kühlwasser gehen, etwa 25 v. H. in den hoch erhitzten Abgasen und twa 8 v. H. durch Ausstrahlung, unvollkommene Verbrennung und Druckverluste verloren gehen) und 75 bis 80 v. H. dieser Arbeit stehen n der Welle zur Verfügung, so daß etwa 15 bis 23 v. H. der im Brennstoff enthaltenen Wärmeenergie Nutzarbeit verrichten, entprechend einem Anthrazitverbrauch von 0,4 bis 0,5 kg für die Pferdetärke und Stunde.

Die Gaskraftmaschinen haben aber den Nachteil, daß infolge der Art ihrer Regelung sich ihre Leistung nicht über die normale steigern, ondern nur verringern läßt, da sie bei normaler Leistung bereits mit roller Füllung arbeitet. Um aber doch einen gewissen Kraftrückhalt u haben, werden Gaskraftmaschinen für eine größere Leistung gebaut ls sie genannt werden, so daß sie gewöhnlich mit der niedrigeren *Nennleistung* und nur in Ausnahmefällen mit der *Höchstleistung* rbeiten. Da aber eine Gaskraftmaschine nur bei der Höchstleistung nit dem geringsten Gas- und daher Kohlenverbrauch für die Pferdetärke und Stunde arbeitet, während bei geringeren Leistungen der Gas- und Kohlenverbrauch stark zunimmt, — bei halber Leistung beträgt lie Brennstoffmenge etwa 75 v. H. und bei Leerlauf 50 v. H. der Brennstoffmenge für die Höchstleistung — so ist dieser um so größer, e mehr die Höchstleistung die Nennleistung überwiegt. Einen roßen Kraftrückhalt auf diese Weise zu erzielen zu suchen, ist daher icht vorteilhaft, vielmehr sind Maschinen für Höchstleistungen zu vählen, welche die Normalleistungen nur um etwa 20 v. H. überchreiten, und bei Betriebsvergrößerungen weitere Maschinen anzulegen.

Fernere Übelstände beim Kraftgasmotorenbetrieb, welche um so ıehr in die Erscheinung treten, je größer die Motoren werden, sind er starke Rauch und der üble Geruch des ins Freie entweichenden ases beim Anblasen, der brenzlige Geruch der Auspuffgase, das arke Geräusch dieser Gase beim Austritt und der unangenehme eruch des Skrubberwassers besonders bei Anthrazit- und Kokseuerung.

Rauch und übler Geruch beim Anblasen werden durch mögichste Beschleunigung des Blasens, Anordnung eines möglichst hohen Abzugsrohres und bei großen Anlagen durch Einschaltung eines *Rauchverbrennungsapparates* in das Abzugsrohr vermindert.

Um den unangenehmen *Geruch der Auspuffgase* möglichst u vermeiden, muß für eine möglichst vollkommene Verbrennung des

Gases in der Maschine und mäßige Schmierung Sorge getragen werden, auch müssen die Auspuffgase möglichst hoch (bis 20 m) in die freie Luft abgeführt werden.

Das starke Geräusch der Abgase beim Auspuffen wird bei kleinen Maschinen allgemein durch Einschaltung eines Auspufftopfes in die Auspuffleitung auf ein erträgliches Maß herabgemindert. Bei größeren Maschinen bis 200 PS. werden zu diesem Zwecke mehrere Auspufftöpfe hinter- oder nebeneinander angeordnet und bei noch größeren Maschinen werden statt der Auspufftöpfe mit Steinkugeln angefüllte geräumige Gruben aus Ziegeln oder Zementbeton als Schalldämpfer verwendet und endlich läßt man die Abgase durch das an Auspufftöpfe oder Schalldämpfer anschließende Auspuffrohr nicht unmittelbar in die freie Luft, sondern in einen unten offenen gemauerten Schornstein austreten, um das Geräusch noch mehr zu vermindern.

Der unangenehme Geruch des Skrubberwassers, der hauptsächlich von Schwefelwasserstoff herrührt und dessen völlige Beseitigung noch nicht gelungen ist, wird durch Zusatz von Eisenvitriol vermindert, der den Schwefelwasserstoff bindet. Eine weitere Verminderung kann nur durch starke Verdünnung des Skrubberwassers erreicht werden, zu welchem Zwecke vorteilhaft das Kühlwasser mit dem Skrubberwasser gemischt und unter Umständen noch frisches Wasser zugesetzt wird. Steht genügend Kühlwasser nicht zur Verfügung, so muß das benutzte Wasser auf Gradierwerken gekühlt werden. In manchen Fällen muß dann das Wasser noch in entsprechend großen Kiesfiltern gereinigt werden, um es frei oder in die Kanalisation auslaufen lassen zu dürfen.

Das Skrubberwasser von Anlagen mit Braunkohlenfeuerung verhält sich günstiger, da es nicht nach Schwefelwasserstoff, sondern nur sehr wenig nach Teer riecht.

3. Der Dieselmotor

ist, wie die Gaskraftmaschine, eine Explosionsmaschine und arbeitet mit einem Gemisch von Petroleum und Luft, kann aber auch Benzin, Rohöl, Rückstände der Naphthadestillation und alle Produkte verarbeiten, welche weder als Leucht- noch als Schmieröle verwendet werden können, steht also hinsichtlich seiner Verwendung über allen Explosionsmaschinen.

Um eine möglichst günstige Verbrennung zu erzielen, wird aber nicht das fertige Gemisch von Öl und Luft verdichtet, sondern nur die reine atmosphärische Luft und zwar auf 30 bis 35 Atm. entsprechend einer Temperatur von 500 bis 600°, welche höher ist als die Entzündungstemperatur des benutzten Brennstoffes, so daß dieser, fein verteilt eingespritzt, ohne weitere Zündung sehr vollkommen ver-

brennt und Selbstentzündungen der Ladung während der Verdichtung, welche eine hohe Verdichtung der Ladung bei den Gaskraftmaschinen verbieten, hier unmöglich sind. Das Öl-Luftgemisch findet weiter auch keine Zeit, mit den kalten Zylinderwandungen in Berührung zu

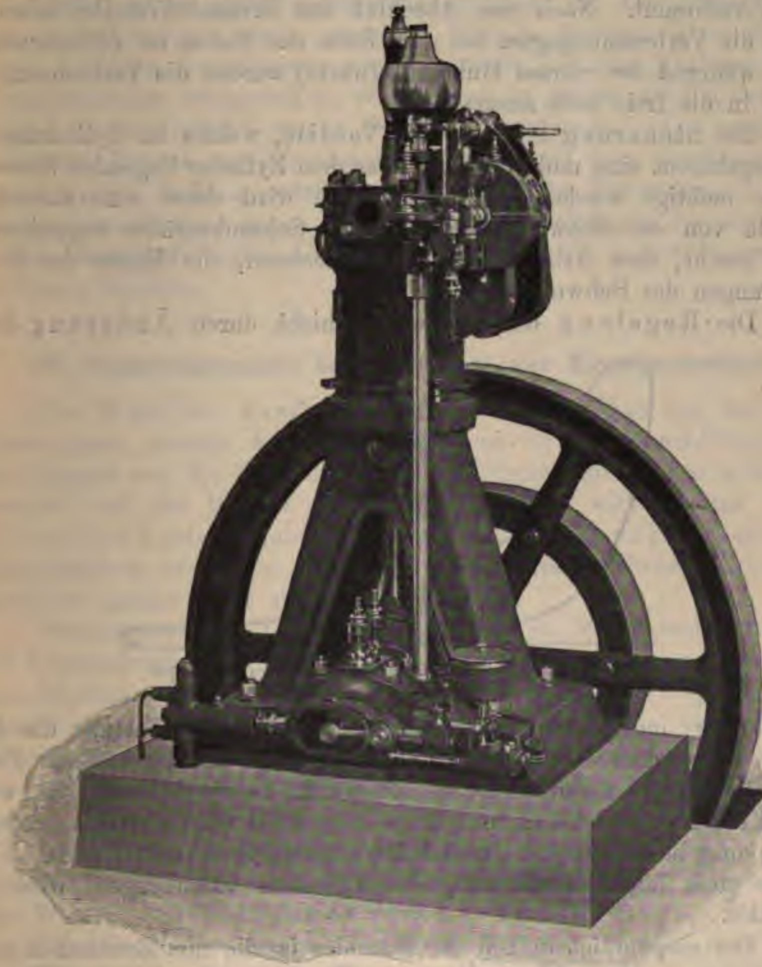


Abb. 58. Einzylindriger Dieselmotor der Vereinigten Maschinenfabriken Nürnberg und Augsburg Werk Nürnberg.

kommen, also Niederschläge zu bilden, und der Motor verschmutzt daher sehr wenig, seine Abgase sind nahezu geruchlos und bei richtig geleiteter Verbrennung auch vollständig rein.

Der Motor wird bisher nur s t e h e n d als Ein- (Abb. 58) und Z w e i z y l i n d e r m a s c h i n e für Leistungen von 4 bis 200 PS. und auf Verlangen auch bis 1000 PS. gebaut und arbeitet, wie eine Gaskraft-

maschine, im Viertakt. Beim ersten Hube abwärts wird Luft angesaugt, diese beim zweiten Hube (aufwärts) verdichtet, im Totpunkte oben und während eines Teiles des dritten Hubes (abwärts) in die hoch erhitzte Luft der flüssige Brennstoff eingespritzt, der in der Luft verbrennt. Nach dem Abschluß des Brennstoffventiles dehnen sich die Verbrennungsgase bis zum Ende des Hubes im Zylinder aus und während des vierten Hubes (aufwärts) werden die Verbrennungsgase in die freie Luft ausgestoßen.

Die Steuerung erfolgt durch Ventile, welche im Zylinderkopf untergebracht sind und von einer über dem Zylinder liegenden Steuerwelle betätigt werden. Die Steuerwelle wird durch eine stehende Welle von der Schwungradwelle durch Schraubenräder angetrieben und macht, dem Arbeitsprozesse entsprechend, die Hälfte der Umdrehungen der Schwungradwelle.

Die Regelung des Ganges geschieht durch Änderung der



Abb. 59. Arbeitsdiagramm eines Dieselmotors von 30 PS.

Füllung, indem ein Fliehkraftregler je nach der Belastung die für jeden Arbeitshub erforderliche Brennstoffmenge abmißt und das Einspritzen derselben mittels Druckluft, welche in einer besonderen, von der Kurbel angetriebenen Luftpumpe hergestellt wird und eine größere Spannung besitzt als der im Arbeitszylinder herrschende Druck. Um einer allzu hohen Erwärmung des Zylinders vorzubeugen, wird er gekühlt.

Der empfindlichste Teil der Maschine ist die zum Zerstäuben und Einführen des Brennstoffes dienende Einrichtung, welche peinlichste Wartung verlangt, da sie kleine Abmessungen hat und die geringste Verschmutzung einen großen Einfluß auf den Gang der Maschine ausübt.

Das Anlassen der Maschine erfolgt durch Preßluft, welche während des Betriebes in einem Vorratsgefäß angesammelt wird und beim Anlassen durch ein besonderes Gefäß in den Zylinder strömt.

Die Ausnutzung des Brennstoffes ist sehr hoch und es ist bereits ein wirtschaftlicher Wirkungsgrad von 30 v. H. erreicht worden; der

mechanische Wirkungsgrad ist dagegen wegen der hohen Drücke gering und beträgt nur 75 v. H. Der Brennstoffverbrauch beläuft sich auf 180 bis 200 g Petroleum für die Nutzpferdestärke und Stunde. Kühlwasserverbrauch etwa 15 l für die PS./Stde.

Trotz seiner guten Brennstoffausnutzung ist der Dieselmotor wegen des Mangels eines genügend billigen flüssigen Brennstoffes unter normalen Verhältnissen nicht imstande, mit der Kraftgas- und Dampfmaschine erfolgreich in Wettbewerb zu treten und hat deshalb bisher in Deutschland wenig Verbreitung gefunden; aber auch bei billigeren Preisen der Brennstoffe, sofern diese vom Auslande bezogen werden müßten, würde seine ausgedehnte Anwendung zu Bedenken Veranlassung geben, da die Preisschwankungen der ausländischen Brennstoffe unter Umständen den Betrieb unverhältnismäßig verteuern könnten.

IV. Gesichtspunkte bei der Wahl der Kraftmaschine.

Die Wahl der Kraftmaschine muß, abgesehen von den Anforderungen, welche die Arbeitsmaschinen an die Gleichförmigkeit des Ganges und die Umdrehungsgeschwindigkeit stellen, so getroffen werden, daß der Betrieb der Anlage möglichst wirtschaftlich wird, d. h. daß die Leistungseinheit in einer gewissen Zeit möglichst geringe Gesamtkosten verursacht, für welche der wirtschaftliche Wirkungsgrad der Anlage nicht allein maßgebend ist.

Nimmt man als Zeiteinheit das Jahr zu 300 Arbeitstagen zu 10 Arbeitsstunden an, so setzen sich die Gesamtkosten zusammen aus der Jahressumme für die Verzinsung und Abschreibung der Baukosten nebst den Kosten für die Unterhaltung der Anlage, den Kosten für die Bedienung (Heizer und Maschinenwärter), den Kosten für Schmieröl und Putzstoffe und den Kosten für den Kraftträger (Wasser, Kohlen).

Die Baukosten und demzufolge auch die Kosten für die Verzinsung und Abschreibung, sowie die Unterhaltung sind gewöhnlich für Wasser- und Wärmekraftanlagen sehr verschieden.

Die Baukosten einer Wasserkraftanlage richten sich nach der Form, in welcher die Wasserkraft zur Verfügung steht, sind gewöhnlich höher als die einer gleich starken Dampf- und Gaskraftanlage und so schwankend, daß sie nur von Fall zu Fall angegeben werden können; sie werden zum größten Teil durch die Wasserbauten verursacht, die aber eine viel größere Lebensdauer haben als rein maschinelle Einrichtungen, so daß der Satz für die Abschreibung für diesen Teil der Anlage zu etwa 2 v. H. und weniger angenommen werden kann, während die maschinelle Einrichtung höher, aber wegen ihrer verhältnismäßigen Einfachheit nur mit 5 v. H. der Anlagekosten

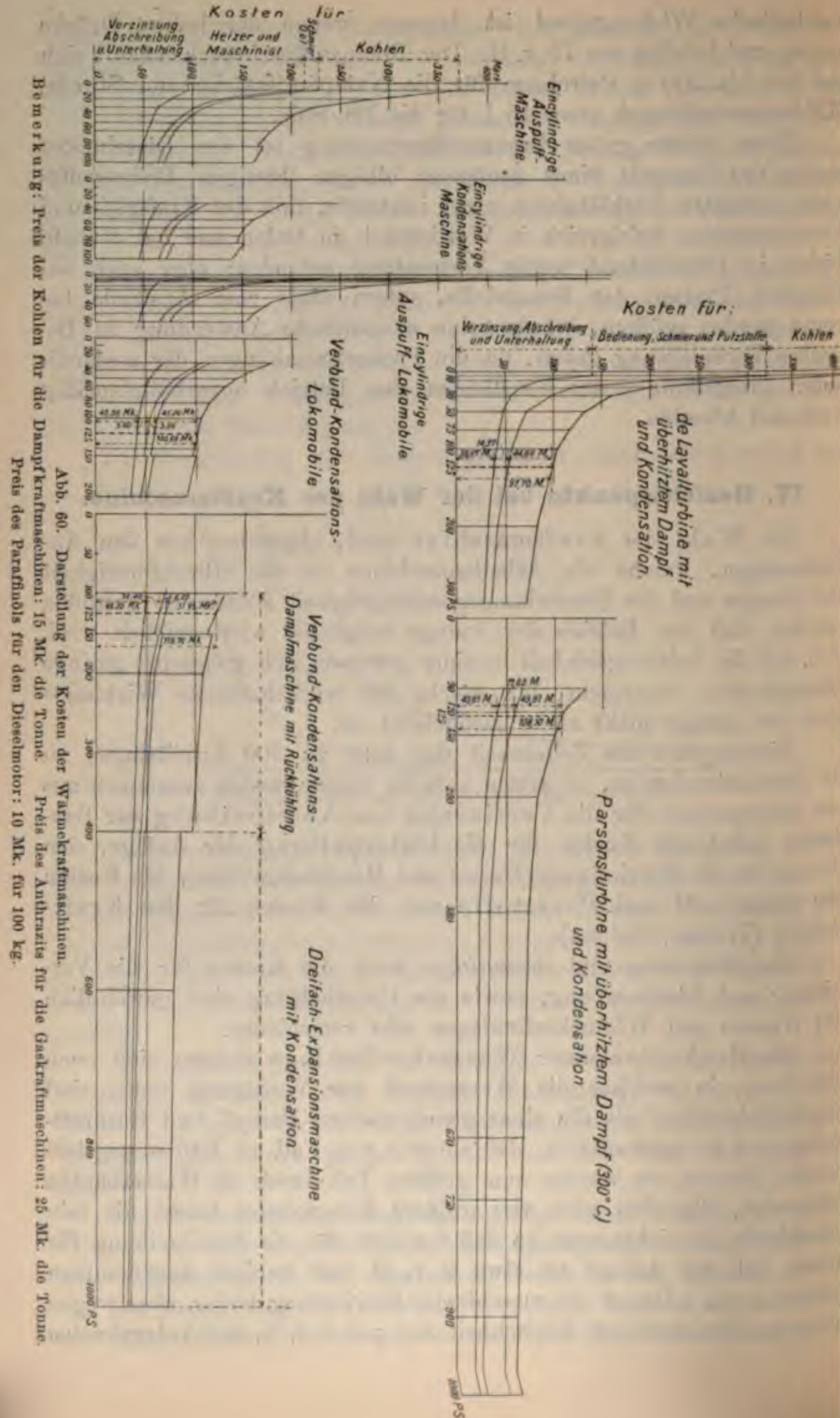
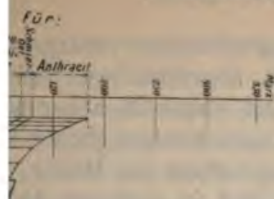


Abb. 60. Darstellung der Kosten der Wärmekraftmaschinen.

Bemerkung: Preis der Kohlen für die Dampfkraftmaschinen: 15 Mk. die Tonne. Preis des Anthrazits für die Gaskraftmaschinen: 25 Mk. die Tonne. Preis des Paraffinöls für den Dieselmotor: 10 Mk. für 100 kg.

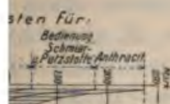


abgeschrieben werden muß. Der Zinsfuß ist selbstverständlich für alle Kraftanlagen derselbe und etwa $4\frac{1}{2}$ v. H. Die Ausgaben für die Unterhaltung (Ausbesserung) sind dagegen gering, ebenso die Kosten für die Bedienung, da Aufsicht meist nicht nötig ist, desgleichen die Kosten für Schmier- und Putzstoffe, wegen der wenigen sich reibenden Flächen und endlich fallen die Kosten für den Kraftträger vollständig fort, da das Wasser kostenfrei zur Verfügung steht.

Sind daher die Baukosten abgeschrieben, so sind die Kraftkosten sehr gering und können zu etwa 10 v. H. der früheren veranschlagt werden.

Wasserkraftanlagen sind daher bei einigermaßen günstigen Verkehrsverhältnissen im allgemeinen noch durchaus wirtschaftlich, wenn die Kosten für den Grunderwerb und den Bau der Anlage auf die Pferdestärke gerechnet 2000 *M* und mehr beträgt.

In den meisten Fällen muß die Wahl indessen zwischen einer D a m p f k r a f t - und einer G a s k r a f t a n l a g e getroffen werden, da eine Wasserkraft nur selten zur Verfügung stehen wird.



Die Baukosten dieser Anlagen sind, wie schon erwähnt, geringer als die einer Wasserkraftanlage, daher auch die Ausgaben für die Verzinsung dieser Kosten, dagegen müssen die Wärmekraftanlagen ausschließlich der Gebäude- und Schornsteinkosten wegen ihrer geringeren Lebensdauer mit einem höheren Satz und zwar mit etwa



$7^1/_2$ bis 10 v. H. der Anlagekosten abgeschrieben werden, während die letzteren Kosten mit etwa $2^1/_2$ v. H. abgeschrieben werden können. Die Kosten für die Unterhaltung sind ebenfalls höher als die einer Wasserkraftanlage, da Wärmekraftanlagen weniger einfach sind, ebenso die Kosten für die Bedienung, da mindestens ein Heizer, meist aber ein Heizer und ein Maschinenwärter und in größeren Anlagen deren mehrere erforderlich sind. Endlich sind die Kosten für Schmier- und Putzstoffe größer und hinzu kommen große Kosten für den Energieträger (Brennstoffe), welche für die Wasserkraftanlagen vollständig entfallen. Die Kosten für die Verzinsung und Abschreibung sind nahezu unabhängig von dem Ort und der Art der Kraftanlage, während alle übrigen Kosten sich von Fall zu Fall ändern.

Eine unmittelbare Übersicht über die Kosten einer Pferdestärke im Jahr, das Jahr zu 300 Arbeitstagen zu 10 Arbeitsstunden gerechnet, geben die nach den Tabellen von „Eberle, Kosten der Krafterzeugung, Halle a. S. 1898“ und „Barth, Die zweckmäßigste Betriebskraft, Leipzig 1905“ entworfenen Zeichnungen, welche zum Vergleich der Kraftkosten und damit für die Wahl der Kraftmaschine, zunächst ohne Rücksicht auf die Betriebsverhältnisse, benutzt werden können (Abb. 60).

Die wagerechten Strecken der Zeichnungen bedeuten die Leistungen der Maschinen in Pferdestärken und die senkrechten die Kosten einer Jahrespferdestärke in Mark. Die Strecken für die einzelnen Ausgabepositionen: 1. Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung der Anlage, einschließlich der Gebäude; 2. Heizer und Maschinenwärter; 3. Schmieröl und Putzstoffe; 4. Brennstoff und Wasser sind aufeinander gesetzt und ergeben die Gesamtkosten.

Die Zinsen sind durchgängig zu $4^1/_2$ v. H. der Anlagekosten gerechnet, Dampfmaschine und Kessel samt Zubehör mit 7 v. H., Gaserzeugungsanlage und Gaskraftmaschine, vielleicht etwas zu günstig, ebenfalls mit 7 v. H., die Gebäude mit $2^1/_2$ v. H. abgeschrieben. Die Unterhaltungskosten sind mit 1 v. H. der maschinellen Anlage, der Kohlenpreis zu 15 ℳ und der Anthrazitpreis zu 25 ℳ die Tonne angenommen worden.

Handelt es sich nun beispielsweise um die Wahl einer Kraftmaschine von 125 PS., so kommt, wie aus den Zeichnungen ersichtlich, zunächst eine Verbund-Kondensations-Lokomobile, eine ortsfeste Verbund-Kondensations-Dampfmaschine, eine de Lavalturbine, eine Parsonsturbine, eine Druckgas-, eine Sauggasanlage und ein Dieselmotor in Frage, deren Kosten für die Jahrespferdestärke, ohne Rücksicht auf den Kraftrückhalt der einzelnen Maschinen und den Mehrverbrauch an Brennstoff bei geringeren Leistungen, etwa 101 bzw. 119, 98, 109, 88, und 118 ℳ betragen, so daß ohne Rücksicht auch auf die übrigen Betriebsverhältnisse eine Sauggasanlage am vorteilhaftesten erscheint.

In den meisten Fällen ist aber der Kraftverbrauch mehr oder weniger schwankend, auch ist die Heizung der Anlage möglichst billig zu bewirken und manchmal Rücksicht auf eine baldige Vergrößerung der Anlage zu nehmen.

Eine Gaskraftmaschine, gewöhnlich mit einem Kraftrückhalt von 20 v. H., arbeitet nun bei ihrer Höchstleistung mit dem geringsten Gasverbrauch für die PS./Stde., bei den meist erforderlichen geringern Leistungen nimmt derselbe dagegen sehr schnell zu, bei halber Leistung z. B. um 50 v. H., und sie versagt, da sie mit ihrer höchsten Füllung arbeitet, bei Überschreitung ihrer Höchstleistung. Auch sind Gaskraftmaschinen und Generatorgasanlagen zur Zeit noch empfindlicher als Dampfmaschinen und Dampfkessel.

Eine Dampfmaschine arbeitet dagegen bei ihrer Normalleistung mit dem geringsten Dampfverbrauch und kann bei etwas höherem Dampfverbrauch für die PS./Stde. 40 v. H. ihrer Normalleistung mehr leisten, hat also einen größeren Kraftrückhalt als eine Gaskraftmaschine und bei geringerer Leistung nimmt ihr Dampfverbrauch nur wenig, bei halber Belastung nur um 6 v. H., zu. Sie arbeitet unter den schwierigsten Verhältnissen unbedingt sicher und zuverlässig und ihr Abdampf kann, wenn nötig, zu Koch- und Heizzwecken benutzt werden, in welchem letzteren Falle die Dampfmaschine sich so einrichten läßt, daß sie im Sommer mit Kondensation, im Winter dagegen als Auspuffmaschine in die Heizung arbeitet. Es wird dabei allerdings der Dampf in der Maschine etwas schlechter ausgenutzt, aber eine besondere Kesselanlage für die Heizung gespart.

Die Abgase der Gaskraftmaschine lassen sich nutzbringend nicht verwerten, weil sie wenig Wärme enthalten und diese nur unvollkommen übertragen.

Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse dürfte daher im allgemeinen eine Dampfmaschinenanlage zweckmäßiger sein und insbesondere dann, wenn auch der Kraftverbrauch ein stark schwankender ist, wie in Ziegeleien und Zementfabriken oder wenn sehr billige Brennstoffe zur Verfügung stehen, wie in Holzbearbeitungswerkstätten und Holzschleifereien.

Wird schließlich noch die Wahl zwischen einer Kolbendampfmaschine und einer Dampfturbine getroffen, so ist zum Betriebe einer mechanischen Transmission nur eine Kolbendampfmaschine am Platze, die in der angenommenen Größe der Maschine auch zum Betriebe einer elektrischen Transmission zweckmäßig sein dürfte, da, wie schon erwähnt, die hohen Umlaufszahlen insbesondere kleinerer Dampfturbinen über das wünschenswerte Maß hinausgehen.

Für den vorliegenden Fall, meist ziemlich gleichmäßige Belastung vorausgesetzt, würde sich daher eine Verbund-Kondensations-Lokomobile empfehlen.

Ist dagegen Aussicht auf eine baldige bedeutende Vergrößerung des Betriebes vorhanden, so würde eine ortsfeste Einzylinder-Kondensationsmaschine, die später als Tandem- oder Verbundmaschine auszubauen sein würde, zweckmäßiger sein.

Bei sehr wechselndem Kraftverbrauch und oft unterbrochenem Betriebe würde die Anlage einer Einzylinder-Auspuffmaschine und der Ausbau zu einer Zwillingsmaschine vorzuziehen sein.

Dagegen würde bei großen Maschineneinheiten die Anlage von Dampfturbinen und insbesondere von Parsonsturbinen ins Auge zu fassen sein.

Steht der Brennstoff in Form von Gasen zur Verfügung, wie auf Hüttenwerken oder Stahlwerken, so sind Gaskraftmaschinen sehr geeignet, mit denen neuerdings aber auch wieder Dampfturbinen in Wettbewerb traten, in welchem Falle die Gase dann zur Heizung von Dampfkesseln benutzt werden.

Was die Betriebssicherheit anbelangt, so genügen die von guten Firmen gebauten Kraftgasanlagen und -Maschinen allen Anforderungen, auch die Reinigungsarbeiten (Säuberung der Ventile und des Zylinderinnern) sind geringfügiger Art.

C. Der Gang der Fabrikation.

Die Herstellung einer Ware im Fabrikbetrieb geschieht im allgemeinen durch Veränderung der Form von Rohstoffen auf Arbeitsmaschinen mit oder ohne Zuhilfenahme von Halbfabrikaten nach einem bestimmten Arbeitsplan, welcher sich in der Weise ergibt, daß die Herstellungsarbeit der Ware in Teilarbeiten zerlegt wird, deren jede von einer besonderen Maschine, Spezialmaschine, möglichst vollkommen ausgeführt werden kann und jede Handarbeit, welche den Herstellungspreis der Ware verteuert, nach Möglichkeit vermieden wird. Neben den Spezialmaschinen sind manchmal, z. B. in der Maschinenindustrie, auch Arbeitsmaschinen von mehr allgemeiner Brauchbarkeit, Universalmaschinen, von Vorteil und zwar dann, wenn sie zu kurz vorübergehendem Gebrauch für verschiedene Zwecke verwendet werden können, in welchem Falle eine Mehrzahl von Spezialmaschinen nicht vorteilhaft wäre, da sie nur sehr ungenügend ausgenutzt werden könnten.

Um den Fabrikbetrieb weiter möglichst wirtschaftlich zu gestalten, muß die Anlage mit technisch möglichst vollkommenen Arbeitsmaschinen ausgerüstet und die Aufstellung derselben so bewirkt werden, daß die Zufuhr der Rohstoffe, die Verarbeitung derselben und

lie Abfuhr der Ware sich ohne unnötige Wege, welche Zeit- und rbeitsaufwand erfordern, vollziehen, bzw. dieselben auf das nötigste laß eingeschränkt werden. Je größer ein Werk ist, desto wichtiger t die Vermeidung verlorener Wege, die sich später im Betriebe sehr achteilig bemerkbar machen.

Erfolgt die Fabrikation im Erdgeschoß, so ist bei Hallenbauten s den angegebenen Gründen der vorteilhafteste Gang der Fabrikation rjenige in gerader Linie parallel oder senkrecht zur Gebäudeachse d zwar so, daß der Rohstoff an dem einen Ende der Anlage in eselbe eintritt, ohne Rücktransport von Arbeitssaal zu Arbeitssaal andert und am andern Ende das Werk als fertige Ware verläßt; Anlagen mit └─, └┘ und gabelförmigen Grundrissen der Gebäude schieht die Fabrikation aus denselben Gründen am vorteilhaftesten f rechtwinklig gebogenen Linien.

Wird die Fabrikanlage aus irgend einem Grunde mehrstöckig sgeführt, wie das bei Mühlen fast ausschließlich und bei Spinnereien d Webereien häufig der Fall ist, so ist der Fabrikationsgang mit ücksicht auf unnötige Wege naturgemäß von oben nach unten gechtet, da die fertige Ware unten verladen und versandt wird, doch nd insbesondere bei Verarbeitung leichter und wenig Raum einehmender Rohstoffe hier bezüglich des Fabrikationsganges auch Abeichungen ohne erhebliche Nachteile zulässig, wenn andere Rückchten dies wünschenswert machen sollten. In allen Fällen sind aber hnell arbeitende, leistungsfähige Aufzüge in genügender Zahl zur erbindung der einzelnen Stockwerke aufzustellen.

D. Die Stellung der Arbeitsmaschinen.

Die vorteilhafteste Stellung der Arbeitsmaschinen ist naturemäß diejenige nach dem Fabrikationsgange, die aber streng wohl iemals möglich ist, da sie eine Regelmäßigkeit voraussetzt, wie sie in nem Zufälligkeiten unterworfenen Betriebe niemals vorhanden ist. m besten ist eine solche Aufstellung noch möglich in Fabrikanlagen, denen immer dieselbe einfache Ware in derselben Reihenfolge der rbeitsvorrichtungen hergestellt wird, wie in Spinnereien, Webereien d Mühlen, in welchen die Vorbereitungs- bzw. Reinigungsmaschinen r bzw. über den Feinspinn- und Webmaschinen bzw. Mahlgängen fgestellt werden.

In vielen Anlagen dagegen, z. B. Maschinenfabriken, in denen e Ware aus den verschiedensten Bestandteilen zusammengestellt rd, die einzeln ihre Bearbeitung in wechselreichster Folge und auf

den verschiedensten Maschinen erfahren, lassen sich Rücktransporte nicht vermeiden; es ist also bei der Stellung der Arbeitsmaschinen darauf zu achten, daß möglichst wenig unnötige Wege insbesondere mit schweren Arbeitsstücken zurückgelegt werden müssen.

Aber auch auf die Art der Transmission ist bei der Stellung der Maschinen Rücksicht zu nehmen, insofern bei der mechanischen Transmission die schwersten Arbeitsmaschinen am besten in nächster Nähe des Hauptantriebes aufzustellen sind, während es manchmal vorteilhafter wäre, diese an den Ein- und Ausgängen aufzustellen, um kostspielige Transporte schwerer Arbeitsstücke möglichst zu vermeiden.

Bei einer elektrischen Transmission gestaltet sich die Stellung der Maschinen insbesondere beim Einzelantrieb wesentlich unabhängiger, auch können transportable Arbeitsmaschinen (Bohr- und Fräsmaschinen) zur Bearbeitung schwerer Stücke verwendet und der Transport derselben dadurch auf das äußerste Maß eingeschränkt werden. Bei mehrstöckigen Fabrikgebäuden der Metallindustrie finden aus Transportrücksichten die schwersten Maschinen ihre Aufstellung im Erdgeschoß, wo auch ihre gute und sichere Fundierung am leichtesten ausführbar ist, während die leichteren Maschinen und technischen Hilfseinrichtungen (Werkbänke, Schraubstöcke) in den oberen Stockwerken oder meistens auf Galerien aufgestellt werden.

Insbesondere bei größeren Fabriken jeglicher Art wird ferner aus wirtschaftlichen Gründen die Einrichtung so getroffen, daß die Arbeitsmaschinen derselben Gattung zu einer Abteilung zusammengefaßt, also Abteilungen für dieselben Arbeitsoperationen, z. B. Drehereien, Fräsereien usw., gebildet werden, deren jeder ein Meister als Fachmann vorsteht, was eine schnelle und gute Arbeit gewährleistet und unter Umständen noch den Vorteil hat, daß ein Arbeiter mehrere Maschinen bedienen und, wenn nötig, Lehrlinge anlernen kann. Die Abteilungen erhalten dann eine solche Lage, daß die Wege zwischen ihnen möglichst kurz sind.

In sehr großen Fabriken werden Hauptabteilungen für die verschiedenen Erzeugnisse, z. B. Spinnerei, Weberei, Färberei, Druckerei, Appretur, gebildet und diese wieder in Unterabteilungen zerlegt, in denen die einzelnen Arten von Arbeitsmaschinen in Gruppen zusammengestellt sind.

Die naturgemäßeste Aufstellung der Maschinen in den Gruppen ist ferner meist die in Reihen, doch werden Maschinen zur Bearbeitung langer Gegenstände, z. B. für Langhölzer, Röhren usw., derart gegeneinander versetzt, daß die eine Maschine die Arbeitsbahn der anderen nicht stört, um den Raum des Arbeitssaales nach Möglichkeit auszunutzen. Um jede Maschine ist weiter der zur Bedienung derselben und zur bequemen Handhabung der Arbeitsstücke nötige Platz vorzusehen, auch Gänge von genügender Breite freizulassen, welche einen

ungehinderten Verkehr in den Arbeitssälen ermöglichen und auch zum Lagern und zum Transport von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Waren zu und von den Arbeitsmaschinen dienen. Hilfseinrichtungen, die von den Arbeitern gelegentlich benutzt werden, sind so aufzustellen, daß die Arbeiter sich nicht allzuweit von den ihnen anvertrauten Maschinen zu entfernen brauchen, und daher an den verschiedenen Stellen mitten unter den Arbeitsmaschinen anzubringen.

Über den Raumbedarf lassen sich gültige Regeln nicht aufstellen, derselbe muß vielmehr nach der Erfahrung bestimmt werden. Um unter den verschiedenen möglichen Fällen die für einen bestimmten Fall vorteilhafteste Aufstellung der Maschinen zu finden und einen Anhalt über die Größe der Arbeitsräume zu erhalten, empfiehlt es sich, die größte Länge und Breite jeder Arbeitsmaschine aufzunehmen, in verkleinertem Maßstabe aufzuzeichnen, in Papier auszuschneiden und diese Papiere so lange gegeneinander zu verschieben, bis die mit Rücksicht auf den Fabrikationsgang beste Stellung erreicht ist.

E. Die Transmission.

Nicht nur die Umwandlung einer Energieform in eine andere, sondern auch die Übertragung, Verteilung und Abgabe derselben ist mit Verlusten verbunden, die so gering als möglich gemacht werden müssen.

Diese Übertragung, Verteilung und Abgabe der Bewegungsenergie der Kraftmaschine an die Arbeitsmaschinen erfolgt im Fabrikbetriebe aus wirtschaftlichen Gründen entweder unmittelbar, d. h. ohne Umwandlung der Energie, oder es wird allermeist die elektrische Energie als Zwischenform zu Hilfe genommen, die sich in einfacher Weise und ohne erhebliche Verluste auf weite Entfernungen billig übertragen und verteilen läßt. Daneben wird in der Metallindustrie zum Betriebe gewisser Werkzeuge mit Vorteil noch Druckluft zur Energieübertragung und -Verteilung verwendet.

Man unterscheidet danach die mechanische, die elektrische und die Druckluft-Transmission.

Der Wert $\frac{\text{nützlich verbrauchte}}{\text{eingeleitete}}$ Energie heißt der Wirkungsgrad der Transmission; derselbe ist um so größer, die Transmissionsanlage arbeitet wirtschaftlich um so günstiger, je größer die nützlich verbrauchte Energie ist, je mehr Maschinen also gleichzeitig im Betriebe sind und je weniger Energie bei der Übertragung und Verteilung verloren geht.

I. Die mechanische Transmission.

Da die unmittelbare Energieübertragung sowohl als die Verteilung und Abgabe derselben am bequemsten unter Drehbewegung erfolgt, so wird die mechanische Transmission in der Regel in Form einer Wellenleitung ausgeführt, die aus einzelnen Wellenstücken zusammengesetzt wird, welche wieder durch Kuppelungen miteinander verbunden werden, in Lagern sich drehen und die zur Energieverteilung auf die einzelnen Arbeitsmaschinen dienenden Scheiben oder Räder tragen.



Abb. 61. Sellersche Doppelkegelkuppelung.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Nur in kleinen Anlagen können alle Arbeitsmaschinen von einer einzigen Wellenleitung betrieben werden. In größern Betrieben mit breiten Arbeitsräumen oder wenn diese in verschiedenen Stockwerken untergebracht sind, sind dagegen mehrere Wellenleitungen oder Wellenstränge erforderlich. Die Übertragung der Energie der Kraftmaschine geschieht dann entweder unmittelbar auf die einzelnen Wellenleitungen oder nur auf eine von ihnen unmittelbar und von dieser aus mittelbar auf die übrigen; die erstere heißt dann die Hauptwellenleitung, letztere sind die Nebenwellenleitungen.



Abb. 62. Hülsenkuppelung.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Die Sicherheit und Dauerhaftigkeit einer mechanischen Transmission, wie auch die Wirtschaftlichkeit des Betriebes hängt in hohem Maße von einer zweckentsprechenden Bauart der Triebwerksteile, einer genauen Aufstellung und sichern Unterstützung, sowie einer sorgfältigen und sachverständigen Bewartung dieser Teile ab.

Damit ein möglichst geringer Teil der übertragenen Energie infolge der Lagerreibungsarbeit in Wärme umgesetzt wird, der Energie-

verlust also möglichst gering wird, ist die Wellenleitung so leicht auszuführen, wie es die Umstände nur irgend gestatten, auch hat die Aufstellung so zu geschehen, daß die Achse der Wellenleitung genau eine gerade Linie bildet und dieselbe sich zwischen ihren Unterstützungspunkten, den Lagern, durch ihr Eigengewicht, die Gewichte der auf ihr sitzenden Teile und der sonstigen auf sie einwirkenden Kräfte möglichst wenig durchbiegt.



Abb. 63. Scheibenkuppelung.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Die Stärke der einzelnen Wellen ist von der Größe der durch sie zu übertragenden Energie und der Wirkung der sie biegenden Kräfte (Riemenzug, Eigengewichte) abhängig. Um die durch die einzelnen Wellenstücke zu übertragenden Energiemengen so klein als möglich zu machen, ist es offenbar vorteilhaft, einen möglichst großen Teil der Energie bereits in der Nähe des Antriebes der Kraftmaschine abzugeben und daher diejenigen Maschinen, welche die größten Energiemengen zu ihrem Betriebe erfordern, in der Nähe der Kraftmaschine bzw. bei den Nebenwellenleitungen in der Nähe ihres Antriebes aufzustellen und die leichteren Arbeitsmaschinen dem abnehmenden Kraftbedarf entsprechend anzureihen, wobei unter Umständen dem Fabrikationsgange allerdings nur wenig Rechnung getragen werden kann. Außerdem ist es für diesen Zweck vorteilhaft, die Energie in der Mitte der Wellenleitung in diese einzuleiten und sie nach beiden Seiten hin zu verteilen. Beachtenswerte Vorteile hat die letztere Anordnung allerdings nur bei langen Wellenleitungen (Tafel 2), so daß man im Interesse einer bequemen Aufstellung der Kraftmaschine es vorzieht, kürzere Wellenleitungen am Ende antreiben zu lassen. (Tafel 1.)

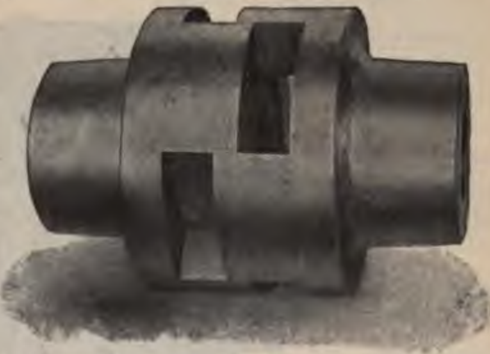


Abb. 64. Längsbewegliche Kuppelung.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Da die Energie auch als das Produkt aus Kraft und Geschwindigkeit dargestellt werden kann, so wird die die Welle verdrehende

Kraft um so kleiner, also die Welle um so schwächer werden dürfen, je größer ihre Geschwindigkeit gewählt wird. Aus diesem Grunde wird die Umdrehungszahl der Wellenleitung so groß als möglich angenommen und zwar nach dem Grundsatz, daß zum Betriebe schnell laufender Arbeitsmaschinen schnell laufende Wellenleitungen verwendet werden, während für langsam laufende Arbeitsmaschinen langsamer sich drehende Wellen vorteilhafter sind, weil dann unnötig große Übersetzungen ins Langsame entfallen.



Abb. 65. Kreuzgelenkkuppelung.
Berlin-Anhalt. Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Die Umdrehungszahlen der Wellenleitungen werden daher in der Regel und zweckmäßig wie folgt angenommen:

Für langsam gehende Arbeitsmaschinen	120—150,
„ leichte Arbeitsmaschinen	130—200,
„ Holzbearbeitungsmaschinen	250—300,
„ Spinnerei- und Webereimaschinen, Dynamomaschinen	300—400.



Abb. 66. Hildebrandtsche Zahnkuppelung.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Um die Wirkungs-
rungen der biegen-
Kräfte, von denen
Abmessungen der
enstücke außerdem
ngen, möglichst
g zu machen, sind
'riebwerksteile, die
ı ihr Gewicht die
e belasten (Kuppe-
n, Scheiben, Rä-
möglichst nahe an
Unterstützungs-
ten, den Lagern,
ordnen; auch sind
Teile, welche zur
gieverteilung auf
Arbeitsmaschinen
n (Scheiben, Rä-
von möglichst
m Durchmesser zu
en, damit die von
herrührenden bie-
n Kräfte (Riemen-
Zahndruck) klein,
auch wiederum
Gewicht der Teile
zu groß wird.

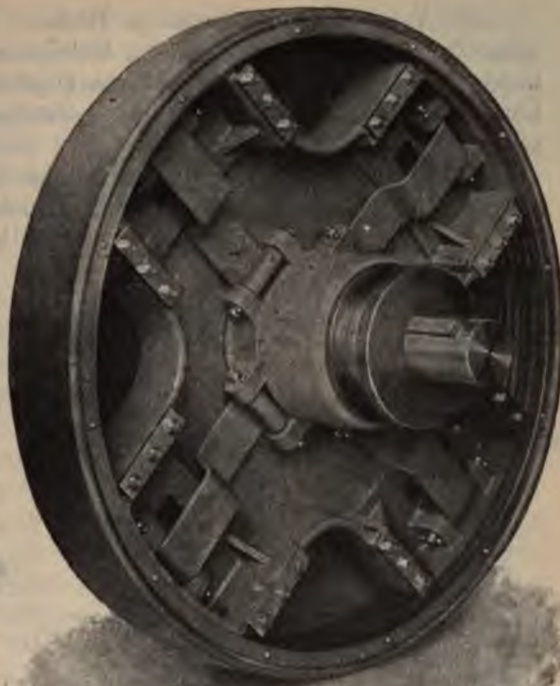


Abb. 67. Reibungskuppelung, Bauart Dohmen-Leblanc. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Trotz aller dieser Rücksichten dürfen die Lagerentfernungen zu große sein und schwächere Wellen müssen in geringerer ernung durch Lager unterstützt werden als stärkere, um unsige Durchbiegungen zu vermeiden.

Als zweckmäßige Lagerentfernungen haben sich die folgenden esen:

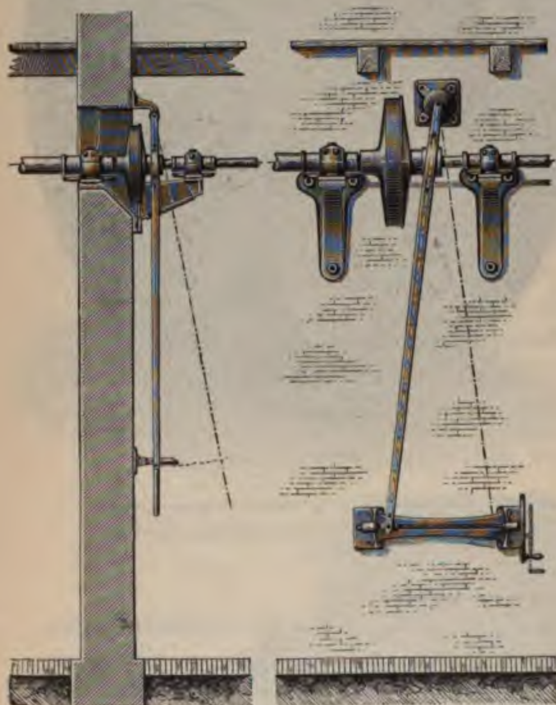
ndicke:	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	135	150 mm
entfernung:	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9 m.

Bedingen örtliche Verhältnisse (Stellung der Arbeitsmaschinen, n-, Balken- und Trägerabstände) Abweichungen von den vornden Entfernungen, so müssen entsprechend stärkere Wellen veret werden, um zu starke Durchbiegungen derselben zu vermeiden.

Zur Beschränkung der Reibungsarbeit in den Lagern ist eine ichst glatte Wellenoberfläche von Bedeutung, weshalb die Wellenng zweckmäßig aus Stahl herzustellen ist.

Die Verbindung der einzelnen Wellen, die, um Beschädigungen beim Transport zu vermeiden, bei Durchmessern von 30 bis 50 mm nicht über 4 bis 6 m, bei größeren Durchmessern nicht über 7 m Länge erhalten, um Transport und Aufstellung nicht zu sehr zu erschweren, erfolgt durch Kuppelungen.

Gut gelagerte Wellen, deren Achsen in gerader Linie liegen, werden durch feste Kuppelungen verbunden und für Wellen unter 100 mm Durchmesser vorteilhaft die Sellerssche Doppelkegelkuppelung (Abb. 61) verwendet, die genau gleiche Durchmesser beider Wellenenden nicht verlangt, da jedes



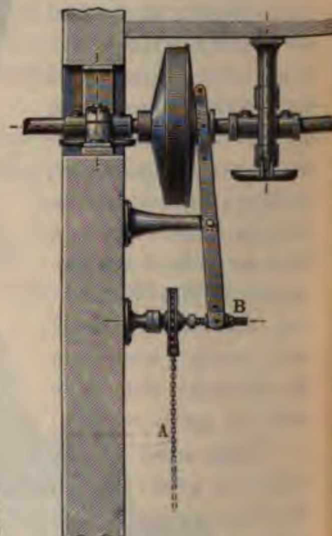


Abb. 68. Ausrücker für Kuppelungen. Abb. 68a. Ausrücker mit Kettenzug.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Wellenende durch einen besondern Kegel gefaßt wird, auch kann das Aufbringen und Lösen der Kuppelung mit Leichtigkeit bewirkt werden, so daß auch Scheiben und Räder ungeteilt auf die Welle aufgebracht werden können.

Laufen Wellenleitungen im Freien oder in feuchten Räumen (Färbereien, chemische Fabriken), wo starkes Rosten der Eisenteile auftritt, so sind Hülsenkuppelungen (Abb. 62) empfehlenswert, die sich sehr leicht lösen lassen.

Wellen über 100 mm Durchmesser werden zweckmäßiger durch Scheibenkuppelungen (Abb. 63) verbunden, die der Wirkung

biegender Kräfte besser widerstehen, allerdings den Nachteil haben, daß ihre Lösung sehr umständlich ist und daher Scheiben und Räder, welche auf die Welle gesetzt werden sollen, geteilt hergestellt werden müssen.

Die Verbindung zweier Wellen von verschiedenen Durchmessern geschieht meist nach vorherigem Abdrehen des stärkeren Wellenendes auf den Durchmesser der schwächeren Welle, um möglichst leichte Kuppelungen benutzen zu können.

Eine Verschiebung der Wellenleitung in der Richtung ihrer Achse wird je nach der Bauart der Lager durch Stellringe oder aufgeschweißte Bunde bewirkt, die bei kurzen Wellenleitungen an dem einen Ende, bei langen in der Mitte angebracht werden, damit sich dieselben bei Temperaturerhöhungen ungehindert ausdehnen können.

In lange Wellenleitungen werden überdies zweckmäßig zwei oder mehrere längsbewegliche oder Ausdehnungskuppelungen (Abb. 64) eingebaut, durch welche der Wellenstrang in drei oder mehr Teile zerlegt wird, die sich unabhängig voneinander ausdehnen und zusammenziehen können. Auf diese Weise ist die bei großen Temperaturunterschieden nicht unwesentliche Ausdehnung verteilt, was den Vorteil hat, daß die Wellen ziemlich genau in ihrer Lage bleiben und nicht durch ihre Hin- und Herbewegung in ihrer Längenrichtung Unreinigkeiten in die Lager bringen, die Reibung und Abnutzung vermehren.

Müssen gewisse Stellen der Wellenleitung unabhängig von der Ausdehnung durch die Wärme stets genau an derselben Stelle verbleiben, wie es bei der Verwendung von Reibungskuppelungen (siehe unten) oder bei Räderantrieben der Fall ist, welche kleinste Bewegungen nicht vertragen, so müssen neben diesen Triebwerksteilen unbedingt Ausdehnungskuppelungen in die Hauptwellenleitung eingebaut, die Wellen in der Nähe dieser Teile auch gut gelagert werden.

Ist auf eine genügend richtige Lage zweier zu verbindenden Wellen gegeneinander auf die Dauer nicht zu rechnen, so muß eine bewegliche Kuppelung verwendet werden und für diesen Fall eignet sich eine Klauenkuppelung, wenn die Abweichung nur gering ist. Bilden die benachbarten Wellen aber einen größeren Winkel miteinander, wie es infolge örtlicher Verhältnisse wohl vorkommen kann, der aber 5^0 nicht übersteigen sollte, so wird die Verbindung durch eine Kreuzgelenkkuppelung (Abb. 65) bewirkt, die auch da von Vorteil ist, wo die beiden Wellen nicht genau in einer Ebene liegen.

Aus Betriebsrücksichten, um in Notfällen einzelne Wellen oder Teile derselben für sich betreiben zu können, ohne die anderen mit-

drehen zu müssen, wodurch unnütze Arbeit vermieden wird, als auch im Interesse der Unfallverhütung, um einzelne Teile der Wellenleitung im Falle einer Gefahr rasch stillsetzen zu können, werden insbesondere die Wellenleitungen, welche durch mehrere Betriebsabteilungen führen, in jeder dieser Abteilungen durch Ausrückekuppelungen miteinander verbunden.

Wird nur Wert auf schnelles Ausrücken gelegt, was der Fall sein wird, wenn die Außerbetriebsetzung nur selten vorkommt und das Stillsetzen der Kraftmaschine zum Zwecke des Wiedereinrückens der Kuppelung keine Störung verursacht, so ist eine Hildebrandtsche Zahnkuppelung (Abb. 66) empfehlenswert, welche ein leichtes und schnelles Ausrücken von Hand während des Ganges entweder durch Kettenzug oder Handrad je nach den örtlichen Verhältnissen gestattet, was bei eintretenden Unglücksfällen wertvoll ist und sich auch für Wellenleitungen eignet, in denen starke Stöße auftreten.

Wird ein öfteres Ausrücken der getriebenen Wellenteile nötig, so ist eine Einrichtung der Kuppelung vorteilhafter, die eine möglichst stoßfreie Ein- und auch Ausrückung in vollem Betriebe gewährleistet. Diese Ansprüche erfüllen die Reibungskuppelungen, die eine allmähliche Mitnahme der getriebenen Welle bewirken.

Für größere Energiemengen, wie sie in Transmissionsanlagen durch Reibungskuppelungen zu übertragen sind, eignen sich nur zylindrische Reibungskuppelungen, deren Reibflächen durch radiale Verschiebung gegeneinander gepreßt werden; für Wellenstärken von 75 mm und mehr werden statt glatter Reibflächen geriffelte verwendet, um die Reibflächen zu vergrößern und damit die Abnutzung derselben zu beschränken. Die Reibflächen müssen fettig gehalten werden, damit sie nicht fressen und rosten. Bewährte Kuppelungen dieser Art sind die von Dohmen-Leblanc (Abb. 67), Hill, Gawron, Lohmann & Stolterfoht u. a., die sich dadurch auszeichnen, daß abgesehen vom Einrücken die Kräfte in der Kuppelung sich ausgleichen.

Das Ausrücken der Reibungskuppelungen erfolgt bei Kuppelungen bis etwa 95 mm Wellendurchmesser mit einer Hebelübersetzung 1 : 6 bis 1 : 8 von Hand, bei kleinerer Übersetzung oder größeren Kuppelungen wird der Hebel mittels Schraubenspindel und Handrad betätigt (Abb. 68). Statt eines Handrades kann auch Kettenrad und Kette (Abb. 68a) verwendet werden und um bei eintretenden Unfällen die Welle möglichst schnell zum Stillstande bringen zu können, werden die Vorrichtungen zum Ausrücken so eingerichtet, daß sie von einer beliebigen Stelle des Arbeitsraumes oder von verschiedenen Stockwerken aus mittels Drahtzug oder mit Hilfe des elektrischen Stromes betätigt werden können.

Bei Übertragung größerer Kräfte werden die Reibungskuppelungen

sehr teuer; man verwendet daher in diesem Falle oft Klauenkuppelungen und kuppelt dann beim Stillstand beider Wellen oder bei angenähert gleicher Geschwindigkeit.

Von besonderer Wichtigkeit für den guten Gang und den wirtschaftlichen Betrieb einer mechanischen Transmission ist eine zweckmäßige Bauart der Lager.



Abb. 69. Lagerschalen mit Ringschmierzeug. Berlin-Anhalt. Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Die Lager haben den Druck der Welle aufzunehmen und müssen derselben eine möglichst große Auflagerfläche bieten derart, daß die Berührung zwischen Welle und Lagerschale in der ganzen Länge der Schale und dem größten Teil des Umfanges der Welle stattfindet, so daß der Druck auf die Flächeneinheit gering und eine gute Schmierung der sich berührenden Teile möglich wird, welche die Reibung und damit die Abnutzung und den Arbeitsverlust auf ein Mindestmaß beschränkt.



Abb. 70. Armlager an Säulen. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Wenn auch die Lagerschalen auf das Sorgfältigste auf die Welle aufgepaßt werden, so verbiegen sich doch im Betriebe Welle und Lager und die Lagerschalen müssen deshalb einlaufen, d. h. sich der Welle im Betriebe selbsttätig anpassen, um dieselbe allseitig zu berühren.

Das Einlaufen erfolgt bei den gewöhnlich verwendeten gußeisernen Lagerschalen außerordentlich langsam; dieselben werden daher zweckmäßig nur zur Lagerung leichter Transmissionswellen mit geringen Riemen- und Seilzügen verwendet und erhalten dann den vierfachen Wellendurchmesser zur Länge, so daß der Druck 10 kg/qcm nie erreicht, da wegen der in Wirklichkeit sehr geringen Auflagefläche sonst leicht Fressen der Schalen eintritt.

Am leichtesten und vollkommensten und zwar infolge eines

Fließvorganges, durch Quetschen, laufen aber eine Anzahl Weißmetalle von geringer Härte ein, die deshalb auch die größten Einheitsdrucke vertragen, die geringste Reibung verursachen, die Welle am meisten schonen, aber keinen großen Druck vertragen. Schwere Transmissionswellen mit starken Riemen- oder Seilzügen werden daher am besten in gußeisernen Lagerschalen, die mit Weißmetall oder Magnolia ausgefüttert sind, gelagert, welche nur den zweifachen



Abb. 71. Hängelager.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Durchmesser als Länge erfordern, was wiederum günstig ist, da für die gewöhnlich bei Transmissionen auftretenden Verhältnisse die Reibung und Reibungsarbeit in demselben Maße abnimmt, wie der Einheitsdruck zunimmt, d. h. die Schalenlänge abnimmt.

Die Transmissionswellen machen aber auch im Betriebe fortwährend kleine Bewegungen (sie schlagen durch), denen die Lagerschalen folgen müssen, da sonst eine volle Anlage der Schalen an die Welle nicht möglich ist. Die Lagerschalen müssen daher außen mit Kugelflächen ausgestattet werden, deren gemeinschaftlicher Mittel-

unkt in die Wellenachse fällt, die in entsprechenden Vertiefungen on Lagerkörper und Deckel ruhen und auf diese Weise die nötige llseitige Beweglichkeit erhalten. Für leichte Wellen genügt die tützung durch Kugelabschnitte auf Ober- und Unterschale, während chwere Wellen mit starken Riemen- und Seilzügen allseitig gestützte Kugelbewegung der Lagerschalen verlangen. Auf Ölung und leichte Beweglichkeit der Lagerschalen ist in allen Fällen Bedacht zu nehmen.

Für eine genaue und leichte Aufstellung ist die Möglichkeit



Abb. 72. Stehbock mit Lager.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

ner Verschiebung des Lagermittelpunktes in der Höhenrichtung sehr wünscht, zu welchem Zwecke die Lagerschalen auf Stellschrauben hen. Noch besser, aber erheblich teuerer ist eine allseitige Beeglichkeit.

Die Schmierung wird am besten durch lose auf die Welle geingte Schmierringe (Abb. 69) bewirkt, die das Öl aus einer unter r liegenden Ölkammer zuführen, mit einmaliger Füllung sehr nge laufen und zuverlässig und wirtschaftlich arbeiten.

Um den Schmiervorgang überwachen zu können, sind Öffnungen n der Seite, nicht oben, zweckmäßig, die es gestatten, mit dem

Finger die Bewegungen des Schmierringes und die geförderte Ölmenge, sowie gleichzeitig den Ölstand festzustellen, dabei aber dem Staub den Eintritt möglichst verwehren. Innerhalb der Ölkammer sind Abspritzringe aufzusetzen, die das Öl von der Welle trennen und ein Entweichen desselben in der Achsenrichtung verhüten. Zur größeren Sicherheit sind die Abspritzringe mit Schabern zu versehen.

Ist ein Eindringen von Staub, Sand usw. in der Achsenrichtung zu befürchten, so wird die Ölkammer mit Metallringen abgeschlossen, die innerhalb der Ölkammer befestigt werden, und das Öl öfter gewechselt. In sehr staubigen Betrieben werden zu größerer Sicherheit die Lagerschalen in 3 bis 4 mm Entfernung vom Ende mit Kreisrillen versehen, die die Bildung eines Ölwulstes veranlassen, der Sandkörner sicher wegspült und in die Ölkammer leitet. Der Aus-



Abb. 73. Stehlager mit Sohlplatte.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

tritt des Öles durch die Teilfugen der Ölkammer wird durch Versetzen dieser Fugen gegen die Fugen der Lagerschalen und eine Trennung der Ölkammer von den Lagerschalen durch kleine Zwischenräume verhindert.

Die Lagerung der Wellenleitung kann oberirdisch oder unterirdisch erfolgen.

Die oberirdische Lagerung gewährt eine gute Übersicht der Wellenleitung, so daß eintretende Mängel jederzeit beseitigt werden können, auch gestattet sie meist einen bequemeren Antrieb der Arbeitsmaschine, weshalb sie vorzugsweise verwendet wird. Die Lagerung erfolgt gewöhnlich entweder an den Umfassungswänden der Arbeitsräume oder den zur Stützung der Decken oder des Daches nötigen Säulen und dann mit Rücksicht auf leichte Zugänglichkeit in etwa 4 m Höhe durch Armlager (Abb. 70).

Leichte Wellenleitungen werden auch mittels **Hängelagern** (Abb. 71) an der Decke gelagert, besonders einfach dann, wenn diese mit Hilfe von eisernen Trägern hergestellt ist, die sich ohne weiteres zur Aufnahme der Lager eignen. Schwere Wellen werden dagegen zweckmäßiger mittels **Stehlagern** auf Böcken (Abb. 72) oder unter Vermittlung von **Sohlplatten** (Abb. 73) auf gemauerten Fundamentpfeilern gelagert, die auf dem Fußboden ihre Unterstützung finden. Geht die Wellenleitung durch eine Wand, so wird ein **Mauerkasten** (Abb. 74) verwendet, in den ein Stehlager gesetzt wird.

Die **unterirdische Lagerung** der Wellenleitung, welche gewöhnlich in Holzbearbeitungswerkstätten stattfindet, erfolgt in be-



Abb. 74. Mauerkasten mit Stehlager.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

deckten gemauerten Kanälen von 1 bis 2 m Breite und Tiefe unterhalb des Fußbodens, in welchen die zur Aufnahme von Stehlagern dienenden Fundamente aufgemauert sind. Die unterirdische Lagerung hat hier den Vorteil, daß die Raum und Übersicht behindernden Riemenleitungen in den Arbeitssälen vermieden werden, Umfassungswände und Dach leicht hergestellt werden können, da sie keine Transmission zu tragen haben und die Späne leicht entfernt werden können; auch gewährt sie einen besseren Schutz gegen Unfälle, dagegen ist die Wellenleitung nicht übersichtlich, da sie dem Auge entrückt ist. Ist die unterirdische Lagerung aus irgend welchen Gründen, z. B. wegen hohen Grundwasserstandes, nicht angängig, so müssen auch hier die Transmissionswellen an der Decke oder den Dachteilen gelagert werden.

Die Lage der Wellenleitung gegen die Umfassungswände des Arbeitsraumes ist von der Stellung der Arbeitsmaschinen abhängig und wird so angeordnet, daß die Maschinen möglichst mittels offenen oder gekreuzten Riemens angetrieben werden können.

In Metallbearbeitungswerkstätten und Spinnereien wird die Wellenleitung deshalb parallel zu den Längswänden gelegt; in Holzbearbeitungswerkstätten werden dagegen je nach der Länge des Arbeitsraumes besser 1, 2 oder 3 Wellen senkrecht zu den Längswänden angeordnet, von denen die erste Welle ihren Antrieb unmittelbar von der Kraftmaschine erhält, einen Teil derselben durch Riemen- oder Seiltrieb auf die zweite und diese, wenn erforderlich, wieder einen Teil auf die dritte überträgt, alle unmittelbar neben der Längswand, wo diese Übertragung nicht hinderlich ist.

Der Antrieb der mechanischen Transmission.

Der Antrieb kann durch einen Zahnräder-, Riemen- oder Seiltrieb erfolgen.

Der Antrieb durch Zahnräder wird, wo nur angängig, vermieden, da diese kräftig und mit großer Genauigkeit hergestellt und gelagert werden müssen, um einen ruhigen stoßfreien Gang zu geben, daher schwer und teuer sind auch viel Kraft verzehren, sich stark abnutzen und große Ausbesserungskosten verursachen.

Der Räderantrieb der Transmission wird daher nur bei Wasserrädern und Turbinen mit stehender Welle (Abb. 11) verwendet und erfolgt dann je nach der Lage der Transmission durch Stirn- oder Kegelräder, welche, gewöhnlich Holz auf Eisen laufend, auch dazu benutzt werden, um die erforderliche Geschwindigkeitsübersetzung hervorzubringen.

Bei Turbinen mit liegender Welle und allen Wärmekraftmaschinen erfolgt dagegen der Antrieb durch einen Riemen- oder Seiltrieb.

Der Riemenantrieb (Abb. 75) ist zweckmäßig, wenn die Energie der Kraftmaschine ungeteilt auf die Transmission übertragen werden soll und die Leistung nicht größer als 200 bis 300 PS. ist, weil sonst der Trieb zu teuer wird; er bietet auch die Möglichkeit, von der Transmission aus beliebig viele Arbeitsstellen mit Energie zu versehen, wobei die Lage der einzelnen Wellen zueinander innerhalb gewisser Grenzen eine ganz beliebige sein kann; seine Anlage ist zudem einfach, seine Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sind verhältnismäßig gering, Pflege und Wartung sind einfach, die Verbindung der Maschinen ist elastisch, der Wirkungsgrad gut, der Lauf verhältnismäßig ruhig und geräuschlos.

Der Antrieb erfolgt gewöhnlich von großer auf kleine Scheibe, *also ins Schnelle.*

Um einen möglichst günstig arbeitenden Riementrieb und lange Dauer des Riemens zu erhalten, sind tunlichst große Scheibendurchmesser und hohe Riemengeschwindigkeiten (20 bis 30 m für Hauptantriebe, 10 m für den Antrieb von Arbeitsmaschinen), also hohe

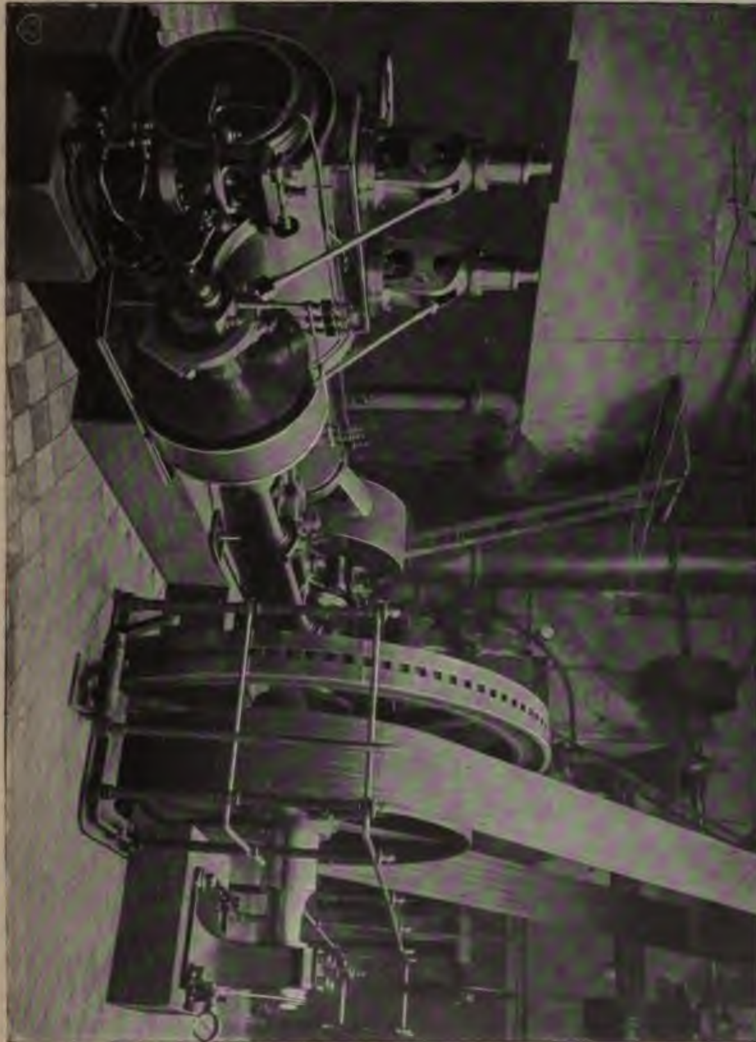


Abb. 75. Dampfkraftanlage (Einzylindermaschine) mit Riemenantrieb auf eine mechanische Transmission der Maschinenfabrik Grevenbroich.

Umlaufszahlen, dünne und entsprechend breite Riemen von hoher Elastizität und möglichst große Achsenentfernung (bis 5 m für Riemen bis 100 mm Breite, bis 10 m für breitere Riemen) zu wählen, weil sich ein Riemen um so schneller ausdehnt, je häufiger jeder Teil desselben um die Scheiben gebogen wird. Der Trieb ist ferner so an-

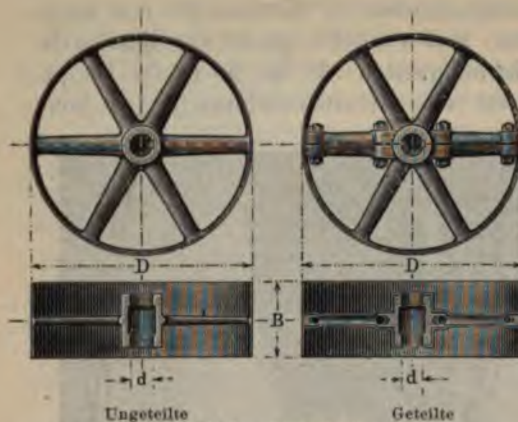


Abb. 76. Riemscheiben.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

zuordnen, daß das ziehende Riemenende unten, das gezogene oben läuft, die umspannten Bogen also möglichst groß werden und die Gipfel beider Scheiben möglichst in einer Wagerechten oder in einer gegen diese um höchstens 45° geneigten Geraden liegen (Abb. 75).

Das Verhältnis beider Scheiben soll möglichst groß sein, wenn möglich 1 : 1 bis 2 : 1, höchstens aber 5 : 1.

Um ein Abfallen des Riemens von den Scheiben infolge der unvermeidlichen kleinen Fehler in der Ausführung, der Lagerung und der Durchbiegung der Wellen zu verhüten, wird der Kranz der getriebenen Scheibe flach gewölbt (ballig) hergestellt, während die treibende Scheibe besser einen flachen (zylindrischen) Kranz erhält.


Abb. 77. Antrieb einer Nebenwelle mittels Riemen und mittels Leitrollen.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Beides trägt dazu bei, das infolge der Elastizität des Riemens auf den Scheiben stattfindende Gleiten (Kriechen) desselben zu vermindern. Die Riemscheiben sollen endlich möglichst leicht, gut ausgewuchtet, genau in der Mitte gebohrt und so aufgekeilt werden, daß ihre Mittelebene genau senkrecht zur Wellenachse steht, so daß sie nicht schleudern und pendeln.

Als Übertragungsmittel für Hauptantriebe, bei denen die Beanspruchung möglichst gleich und ohne Reibung ist (kein Gabellauf, keine Stufenscheiben), eignen sich gute loh- und chromgare Leder-

riemen, Kamelhaarriemen (Baumwolle mit Kamelhaar verarbeitet), rote Baumwollriemen (in der Breite mehrmals zusammengelegt und mit einem roten Schutzanstrich versehen) und Balatariemen (Baumwoll- oder Segeltuchriemen mit Balatamasse getränkt).

Einfache Lederriemen werden nur bis 500 mm Breite ver-

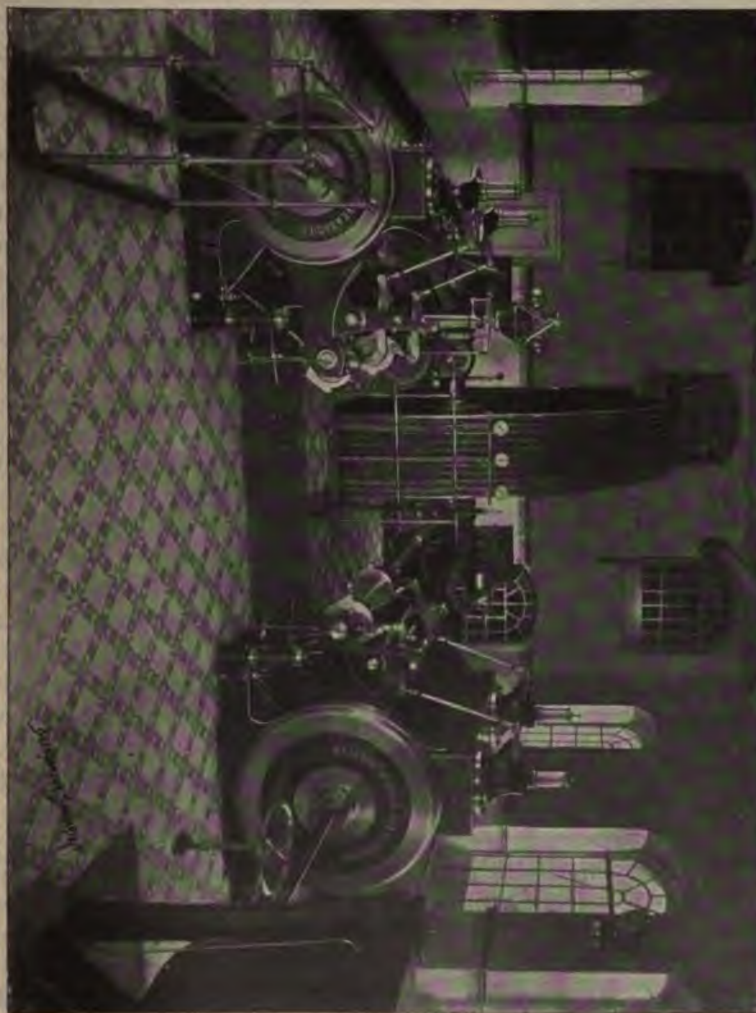


Abb. 78. Dampfkraftanlage (Verbundmaschine) von 250 PS. mit Hanfseilantrieb auf eine mechanische Transmission der Maschinenfabrik Grevenbroich.

wendet. Statt breiterer einfacher Riemen, welche kostspielig sind, werden besser Doppelriemen benutzt, welche aber weniger biegsam sind und daher auf großen Scheiben laufen müssen, weil sie sonst kaum mehr leisten als einfache, aber das Doppelte kosten. Die Riemenverbindung erfolgt am besten durch Leimen mit oder ohne

nachfolgendes Nähen. Gewebe- und Haarriemen (Kunstriemen) können in jeder Breite verwendet werden.

Der Hanfseilantrieb wird zum Antriebe verwendet, wenn größere Leistungen als 200 bis 300 PS. ungeteilt auf eine Wellenleitung übertragen werden müssen und wenn die Leistung, geteilt, unmittelbar auf mehrere Wellenleitungen, welche oft noch in verschiedenen Stockwerken liegen, übertragen werden soll. Die Übertragung erfolgt, wie beim Riementrieb, durch Reibung. Die Wellenentfernung muß mindestens 5 m betragen, der Trieb ist aber auch für 25 m Entfernung noch brauchbar.

Der Hanfseiltrieb kann mit Dehnungs- oder mit Belastungsspannung ausgeführt werden.

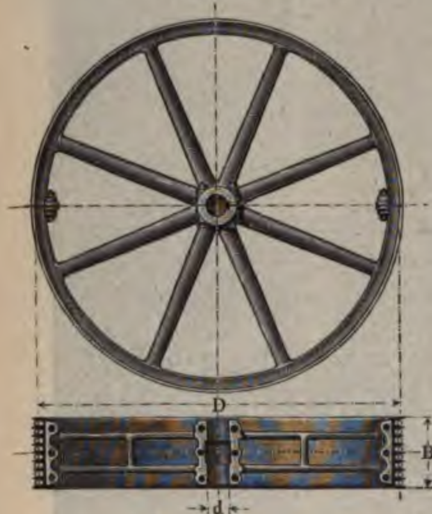


Abb. 79. Hanfseilscheibe. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Beim Seiltrieb mit Dehnungsspannung (Abb. 78) erfolgt die Übertragung durch eine der Größe der Leistung entsprechende Zahl von Rund- oder neuerdings auch Quadratseilen von 40 bis 50 mm Durchmesser, welche mit der erforderlichen Spannung, durch Dehnung hervorgebracht, auf die Scheiben gelegt werden.

Die für den Riementrieb vorteilhafte Anordnung ist auch für den Hanfseiltrieb maßgebend. Die kleinste Scheibe erhält mindestens die 50fache Seildicke zum Durchmesser. Das Verhältnis der Scheibendurchmesser überschreitet zweckmäßig nicht 2 : 1 und die Einheitsbelastung der Seile ist gering zu wählen, aus Gründen der Haltbarkeit.

Die Seilgeschwindigkeit wird vorteilhaft nicht über 15 bis 18 m gewählt, um ein schädliches Warmlaufen der Seilfasern in den Rinnen, hervorgebracht durch die Reibung der in den Rinnen eingeklemmten Fasern, zu verhüten. Die Spleißung jedes Seiles muß mit besonderer Sachkenntnis ausgeführt werden, damit das Seil nach dem Auflegen die richtige Spannung hat. Von großer Wichtigkeit für die Haltbarkeit der Seile ist die gute Beschaffenheit der Seilrinnen, welche tadellos sauber und glatt sein müssen, auch müssen alle zusammen arbeitenden Rinnen genau dieselbe Form haben.

Das trotzdem noch stattfindende ungleiche Laufen und Ziehen der Rundseile, eine Folge ungleicher Geschwindigkeiten der Seile, wird durch Verwendung von Quadratseilen, welche drallfrei sind

den Rinnen nicht drehen können, namentlich in Verbesonders geformten Rinnenprofilen wesentlich vermindert. en es örtliche Verhältnisse, daß Seilscheiben von weniger ırchmesser verwendet werden müssen, so werden besser seile, welche biegsamer e sind, verwendet.

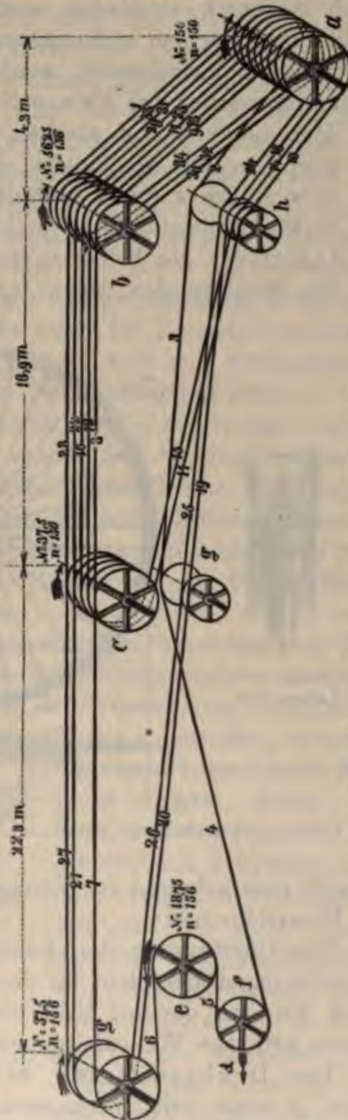


Abb. 80. Kreisseiltrieb. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.
a = Antriebscheibe. b, c, d, e = Wellenstränge. f = Spannwagen. g, h = Tragrollen.

etriebsstörungen infolge zu vermeiden, ist es , einige fertig gespleißte orrat zu halten, welche dern aufgelegt werden

Seiltrieb hat den Nachinfolge der anfänglich lspannung die Reibungsin den Lagern anfangs ind und die Seile unısprucht werden; der und Betriebssicherheit er aber in den meisten wandt.

ltriebe können bei einer ınung von mindestens ı auch im Freien veren, wenn die Seile durch nit Seilschmiere gegen gen Witterungseinflüsse, g bei trockener und Verfeuchter Witterung, ge-

Seiltrieb mit Beannung, auch Kreis-Abb. 80) genannt, wird endloses Seil verwendet, um jede Rinnenscheibe ıschlingungen gewunden die Größe der auf diese nden Leistung erfordert. ıung wird aber durch rer Lagerung verschiebnete, durch Gewichtsbelastung angezogene Rolle, Spann-Spannwagen genannt, hervorgebracht, um welche das ich ebenfalls geführt wird, und dasselbe kann daher leicht angespannt werden, wie es zur Übertragung der Leistung

erforderlich ist, so daß unnötige Arbeitsverluste vermieden werden; auch können senkrecht übereinanderliegende und im Winkel gelegene Wellenleitungen betrieben werden. Die Seilspleißung erfordert indessen größte Sachkenntnis und Sorgfalt, wenn Betriebsstörungen durch Seilbruch vermieden werden sollen. Die Lösung der Spleißstelle kann aber bei aufmerksamer Wartung frühzeitig entdeckt und der Schaden ausgebessert werden, ehe das Seil vollständig reißt. Auch hier werden bei kleinen Scheiben Baumwollseile benutzt.

Um die Seile vor starkem Verschleiß zu schützen, werden sie mit Graphitseilfett geschmiert, das so auf das Seil aufgerieben wird, daß es sich etwas fettig anfühlt. Allzu häufiges Schmieren schadet den Seilen, wahrscheinlich, weil dann ein Gleiten stattfindet, welches die Außenfäden des Seiles zerstört.

Die Seile werden, wenn irgend möglich, in einem feuersicheren



Abb. 81. Drahtseilscheibe. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Schacht untergebracht zur Vermeidung des Luftzuges und aus Gründen der Feuersicherheit.

Die Übertragung der Energie von der Haupt- auf die Nebenwellenleitungen geschieht für die meist mäßigen Leistungen am besten durch Riemen, die mit Hilfe von Leitrollen (Abb. 77) beliebig im Raume gelegene Wellenleitungen anzutreiben gestatten.

Der Drahtseiltrieb ist gegenwärtig nur noch vorteilhaft, wenn in einer mit mechanischer Transmission versehenen Anlage etwa überschüssige Energie an eine in mäßiger Entfernung errichtete neue Betriebsstätte abgegeben werden soll. Der Trieb ist dann für Entfernungen von 20 bis 100 m zweckmäßig, da die Kosten und der Kraftverlust gering sind und er auch der Witterung widersteht, eignet

aber nur für parallele Wellen. Die Übertragung erfolgt durch Reibung des Seiles auf den Scheiben (Abb. 81) infolge seines engewichtes. Die Scheibendurchmesser müssen, verglichen mit der ahtdicke, groß genommen werden, damit die Drähte wenig gebogen rden. Die Seilgeschwindigkeit muß groß gewählt werden (6 bis m für kleine, bis 30 m für große Leistungen), damit das Seil nicht schwer wird; auch müssen die Scheiben genau rund sein und in selben lotrechten Ebene liegen. Zur Schonung des Seiles läuft sselbe auf Hirnleder, mit dem die Scheibenrinnen ausgefüllt sind bb. 81, links), oder es wird mit Baumwollgarn umsponnen und läuft nn auf dem glatten Scheibenumfang (Abb. 81, rechts). Ein gutes leißen des Seiles ist für ein gutes Arbeiten von größter Wichtigkeit.

Die Übertragung der Leistung von der Welle auf die Arbeitsaschinen erfolgt in trockenen Räumen und gewöhnlicher Temperatur besten durch Lederriemen, welche auch für Betriebe mit reibenn Riemenläufen (Gabellauf, geschränkter Lauf) und wechselnde Beспruchung (auf Stufenscheiben) am zweckmäßigsten sind.

In feuchten und warmen Räumen sind Lederriemen weniger eckmäßig, da sie trotz Einfettens mürbe und brüchig werden und re Elastizität verlieren. Für trockene heiße Räume sind dagegen imelhaar- und rote Baumwollriemen, für nasse Räume in gewöhnher Temperatur Kamelhaar- und Balatariemen, für besonders nasse iume Gliederriemen, für nasse heiße Räume und für Öl und Säuren imelhaarriemen am zweckmäßigsten.

Bei größeren Geschwindigkeitsübersetzungen, besonders aber dann, nn verschiedene Geschwindigkeiten der Arbeitsspindel erforderlich d, wird diese nicht unmittelbar von der Transmission, sondern von em sogen. Riemenvorgelege (Abb. 82) aus angetrieben, bestehend aus einem kurzen Stück Welle nebst Lagern, Riem- bzw. Stufenscheibe, Fest- und Losscheibe und Ausrücker, welches von der Transmission aus getrieben an der Decke, dem Fußboden, der Wand oder dem Maschinengestell derart befestigt ist, daß die Antriebsriemen zur Maschine möglichst wenig hinderlich sind und der Ausrücker dem Arbeiter möglichst bequem zur Hand ist. Muß die Arbeitsspindel zeitweise in entgegengesetzten Richtungen

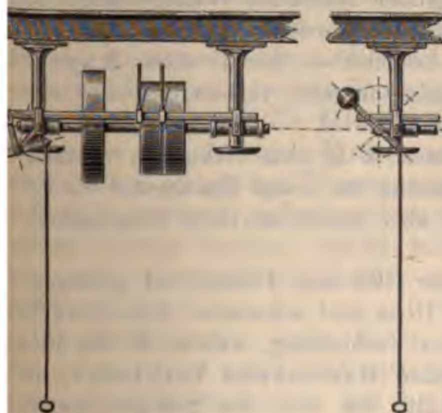


Abb. 82. Riemenvorgelege. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

sich drehen, so muß ein Wendegetriebe mit offenem und gekreuztem Riemen und eine besondere Art von Riemenführer benutzt werden. Gewöhnlich werden die beiden Riemen gleichzeitig verschoben, was aber breite Riemscheiben bedingt. Um mit Riemscheiben von gewöhnlicher Breite auszukommen, müssen die Riemen nacheinander verschoben werden, zu welchem Zwecke als einfach und zuverlässig die Umsteller von Römerschmid und Flohr empfohlen werden können.

Manche Arbeitsmaschinen, z. B. Schleifmaschinen und Papiermaschinen, erfordern Geschwindigkeitsänderungen während des Ganges, die durch kegelförmige Riementrommeln im Vorgelege erzielt werden, längs deren der durch Riemenführer festgehaltene Riemen verschoben wird.

Das Ausrücken der Arbeitsmaschinen erfolgt meist mittels Losscheibe, die auf der Welle laufend aber schwer zu schmieren ist.

Bei hohen Umdrehungszahlen und schmaleren Riemen wird die Losscheibe daher zweckmäßig nicht unmittelbar auf der Welle, sondern auf einer besonderen Leerlaufbüchse angeordnet, die das Schmiergefäß trägt, so daß die Welle geschont wird, wenn auch der Riemen im ausgerückten Zustande immer mitläuft und durch Reibung an den Riemengabeln abgenutzt wird.

Für breitere Riemen wird Fest- und Losscheibe besser auf der Transmissionswelle angeordnet, die Losscheibe aber außerdem auf einer Hülse des sog. Losscheibenträgers, welche die Welle mit Spielraum umgibt, so daß der Riemen im ausgerückten Zustande stillsteht und auch die Welle durch den Riemenzug nicht belastet.

Sehr breite Riemen, die nur schwer verschoben werden können und besonders dann, wenn dieselben lange Zeit ausgerückt werden, wie z. B. wenn von einem tagsüber laufenden Wellenstrange abends auch eine Dynamomaschine betrieben werden soll, wird die auf einem Losscheibenträger gelagerte Losscheibe durch eine Ausrückekuppelung mit der Transmissionswelle verbunden, durch deren Einrückung der Antrieb hergestellt wird.

Die Maschinenriemen müssen so in sich verbunden werden, daß sie leicht gelöst und unter Kürzung um einige Zentimeter wieder verbunden werden können, dabei aber nichts an ihrer Biegsamkeit einbüßen.

Für schmale Riemen unter 100 mm Breite, bei geringen Geschwindigkeiten bis höchstens 10 m und schwacher Scheibenwölbung eignet sich Harrys Kralle zur Verbindung, welche in die Riemenenden eingeschlagen wird, ebenso Bachmanns Verbinder, der in seiner Mitte ein Gelenk enthält, das sich der Scheibe besser anschmiegt und nach Abwerfen des Riemens von der Scheibe auch ...ue Lösung gestattet.

Für mäßig beanspruchte und schnell laufende Riemen selbst bei kleinen Scheiben empfehlen sich Greens Riemennieten, bei denen die Riemenenden aufgebogen werden, auch ist für schmale Riemen der stumpfe Zusammenstoß der Riemenenden und Verbindung derselben durch Binderiemen sehr empfehlenswert.

Eine mechanische Transmission, nach den angegebenen Grundsätzen angelegt, welche gut besetzt, bestens gewartet und deren Belastung gleichmäßig ist, hat einen guten Wirkungsgrad, welcher dem einer elektrischen Transmission nicht nachstehen dürfte, ist aber in der Anlage billiger als diese; sie wird deshalb, wenn nicht andere Rücksichten zu nehmen sind, in Spinnereien und Webereien verwendet, deren Arbeitsmaschinen dauernd im Betriebe sind und so aufgestellt werden können, daß die Transmission sehr einfach wird; ebenso erhalten kleinere Anlagen, auch wenn die Belastung weniger gleichmäßig ist, wegen der geringeren Anlagekosten meist eine mechanische Transmission. (Tafel 1 und 2.)

Viel weniger wirtschaftlich ist aber eine mechanische Transmission für mittlere und größere Anlagen, deren Arbeitsmaschinen, wie es meist der Fall ist, mit mehr oder weniger großen Unterbrechungen arbeiten, wie Maschinenfabriken, Holzbearbeitungswerkstätten, Druckereien usw., in welchen auch größere Arbeitsmaschinen der Energiequelle ferner liegen und für solche, deren Arbeitsmaschinen sich über einen großen Raum verbreiten, wie Bleichereien, Färbereien und Appreturanstalten, welche lange, schwach besetzte und deshalb große Leerlaufarbeit verursachende Transmissionswellen erhalten müßten. Solche Anlagen erhalten vorteilhafter eine elektrische Transmission, welche auch ganz besonders zweckmäßig ist, wenn die Fabrikanlage aus mehreren Abteilungen besteht, welche in getrennten Räumen untergebracht sind, die sich wieder über einen mehr oder weniger großen Raum erstrecken, wie Hüttenwerke, chemische Fabriken, Maschinenfabriken, Werften und große Anlagen aller Art.

Da bei der elektrischen Transmission die Größe der zu übertragenden Energie und die Übertragungsweiten auf die Kosten der Transmission nur geringen Einfluß ausüben und auch die Energieverluste selbst bei großen Übertragungsweiten gering sind, so kann die Energie in einer großen sehr wirtschaftlich arbeitenden Einzelmaschine erzeugt werden, welche billiger ist, weniger Raum einnimmt und weniger Betriebskosten verursacht als mehrere kleinere Maschinen.

Die Kraftmaschine kann ferner, wenn es wünschenswert sein sollte, getrennt und selbst weit entfernt von der eigentlichen Fabrikanlage aufgestellt werden, so daß die Möglichkeit geboten ist, etwa vorhandene ungünstig liegende und daher billige Wasserkräfte sowie Abfallgase, für alte Fabriken noch nachträglich, verwerten zu können.

Da die Übertragung und Verteilung der elektrischen Energie sich äußerst leicht bewirken läßt und von der Lage der Örtlichkeit unabhängig ist, so können, ohne Rücksicht auf den Energieverbrauch, die Arbeitsmaschinen in den einzelnen Abteilungen des Werkes und diese Abteilungen selbst so aufeinander folgend angeordnet werden, wie es dem Fabrikationsgange entspricht, so daß die verlorenen Wege äußerst gering werden und die Betriebskosten erheblich geringer werden als bei Verwendung einer mechanischen Transmission. Daneben kann der Antrieb so eingerichtet werden, daß bei teilweiser Belastung die Leerlaufarbeit nur mit der jeweilig erforderlichen Nutzenergie wächst, so daß die Transmission immer mit einem guten Wirkungsgrade arbeitet, ebenso lassen sich Abänderungen und Erweiterungen der Anlage mit großer Leichtigkeit vornehmen, da jede Rücksicht auf die Transmission fortfällt.

Zu diesen Hauptvorzügen gesellen sich noch kleinere, welche darin bestehen, daß der Raum über den Arbeitsmaschinen von Wellen, Riemen und Rädern frei bleibt, die Beleuchtung eine bessere und die Luft staubfreier ist, was für gewisse Fabrikationszweige beispielsweise Seidenspinnereien, Papier- und Konfektfabriken großen Wert hat, Unfälle durch Riemen ausgeschlossen sind, der Betrieb geräuschloser wird und, wegen des Wegfalles der Wellenleitungen, Decken und Dach und daher das ganze Gebäude leichter und billiger werden kann.

Im Betriebe läßt sich endlich noch der Energieverbrauch jeder Arbeitsmaschine auf das bequemste angeben, so daß Störungen in den Maschinen, welche sich fast immer durch einen höheren Energieaufwand verraten, und große Schäden durch rechtzeitiges Eingreifen verhütet und Änderungen im Betriebe auf ihre Zweckmäßigkeit geprüft werden können, zu welchem Zwecke allerdings möglichst vollständig ausgerüstete Schalttafeln angelegt und die Ergebnisse vollständig und übersichtlich gebucht werden müssen.

II. Die elektrische Transmission

besteht aus der Dynamomaschine, dem Leitungsnetz und den Elektromotoren.

Die von der Kraftmaschine angetriebene Dynamomaschine dient zur Umwandlung der Bewegungsenergie der Kraftmaschine in elektrische Energie, was dadurch geschieht, daß elektrische Leiter die Kraftlinien eines magnetischen Feldes schneiden.

Als elektrische Leiter dienen die passend verbundenen Drähte (Windungen oder Spulen) eines sogen. Ankers, der von der Kraftmaschine gedreht wird. Das magnetische Feld wird durch einen Elektromagneten geliefert und die Drehung des Ankers findet im wirksamsten Teile des Feldes, welches zwischen den Polen eines oder

mehrerer feststehender Magnete liegt, statt oder letztere, auf einem Kranz vereinigt, werden um den dann feststehenden Anker gedreht, wobei in den Ankerdrähten Induktionsströme entstehen, welche als solche Wechselströme sind, d. h. wechselnde Stärke und Richtung haben.

Je nach der weiteren Bauart der Maschine liefert sie Gleich- oder Wechselstrom in die Leitung von einem um so größeren Druck, hier Spannung genannt und in Volt gemessen, je mehr Kraftlinien in der Zeiteinheit von dem Leiter geschnitten werden, je stärker also das Feld, d. h. die Dichte und damit die Zahl der Kraftlinien in dem benutzten Teile desselben ist, je schneller der Leiter bewegt wird und je mehr Leiter vorhanden sind. Die Stärke des erzeugten Stromes wird in Ampere gemessen.

Da sehr starke Felder bei den gewöhnlich benutzten schwachen erregenden Strömen übermäßig viele Windungen der Elektromagnete erfordern und sehr zahlreiche Leiter große Anker und diese große Maschinen, beide also große Kosten im Gefolge haben, so wird zweckmäßig eine mäßige Leiterzahl mit sehr großer Geschwindigkeit durch mäßig starke Felder geführt, die Umlaufszahl des Ankers also möglichst hoch gewählt, infolgedessen die Maschine kleiner und billiger wird. Verhältnismäßig langsam umlaufende Maschinen verlangen dagegen sehr viele Ankerdrähte und starke Felder, wodurch sie groß, schwer und teuer werden.

Der erzeugte Strom leistet nun, ebenso wie ein Wasserstrom, dadurch Arbeit, daß er mit seiner Spannung (seinem Druck) in den von ihm getriebenen Apparat (den Motor, die Lampe) ein und nach Verlust dieser Spannung und somit seiner Arbeitsfähigkeit aus- und nach dem Stromerzeuger zurückfließt, und es ist, ebenso wie bei einem Wasserstrome, die geleistete Arbeit = Spannung $\times$ Stromstärke = Volt $\times$ Ampere = Watt.

$$736 \text{ Watt} = 1 \text{ PS}.$$

$$1 \text{ Kilowatt (Kw.)} = 1000 \text{ Watt} = \frac{1000}{736} = \sim 1^1/_3 \text{ PS}.$$

Bei der Energieumwandlung in der Dynamomaschine geht stets ein Teil der aufgewendeten Energie verloren und man nennt $\frac{\text{Wattausgabe}}{\text{Energieaufwand}}$ den Wirkungsgrad der Dynamomaschine; ebenso geht bei der Energieumwandlung im Motor Energie verloren und es heißt $\frac{\text{Leistung}}{\text{Wattaufnahme}}$ der Wirkungsgrad des Elektromotors.

Die Energieübertragung und Verteilung kann mittels Gleichstrom oder Wechselstrom in der Form des Drehstromes erfolgen, weil diese Stromarten Elektromotoren zu bauen gestatten, welche vollbelastet anlaufen.

Gleichstrom eignet sich für kleine und mäßige Entfernungen bis etwa 1 km zur Energieübertragung, weil für größere Entfernungen die Leitung zu teuer wird. Dagegen eignet sich der Drehstrom für alle Entfernungen.

a) Die elektrische Transmission mittels Gleichstrom.

α) Die Gleichstrom-Dynamomaschinen (Abb. 83) haben ein feststehendes Magnetgestell und einen umlaufenden Anker und werden im Fabrikbetrieb in der Regel als Nebenschlußmaschinen verwendet, welche bei wechselnder Belastung mit fast gleichbleibender

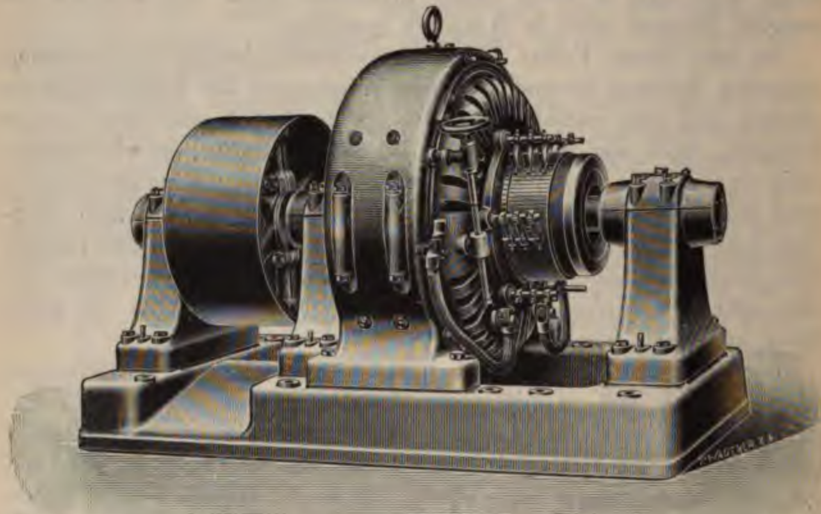


Abb. 83. Sechspolige Außenpol-Gleichstrom-Dynamomaschine mit Riemenantrieb für Leistungen bis 200 Kilowatt der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

Spannung arbeiten. Die Erregung der Elektromagnete wird durch den erzeugten Strom selbst bewirkt, indem ein Teil desselben von den Bürsten des Stromsammlers, die den Strom in die Leitung führen, abgezweigt und durch viele Windungen dünnen Drahtes um die Elektromagnete herumgeführt wird. Die Magneterregung bei der Inbetriebsetzung erfolgt durch den im Eisen zurückgebliebenen (remanenten) Magnetismus.

Die Gleichhaltung der Spannung, welche zur Erhaltung einer gleichmäßigen Geschwindigkeit der Elektromotoren und damit auch der Arbeitsmaschinen beim unvermeidlichen Wechsel in der Belastung derselben erforderlich ist, geschieht durch Ein- und Ausschalten von Widerständen des Nebenschlußreglers (Regulierwiderstandes, Abb. 84) in dem schwachen Magnetstromkreis durch die

Maschinisten oder selbsttätig durch einen elektromagne- Steuerapparat, wodurch der Magnetisierungsstrom und Feld beeinflußt wird.

die Wahl der Stromspannung sind einerseits wirtschaft- l andererseits Rücksichten auf einen möglichst gefahrlosen aßgebend.

Kosten der Stromleitung, welche um so mehr ins Gewicht länger die Leitung ist, sind um so geringer, je geringer die he Stromstärke, je größer daher die gewählte Spannung ist. Spannungen indessen mit Gefahren verknüpft sind, so wird iegendem Motoren- großen Werken die selten über 500 Volt, ren gewöhnlich zu gewählt. Gleich- aschinen werden noch als Außen- hinen gebaut und rer Größe mit 1, 2 r Polpaaren aus- welch letztere bei Leistungsfähigkeit Maschinen und einen Wirkungsgrad ergeben lige.

hinen bis 150 Kw. verden der Billigkeit der Regel mit hoher gszahl, die kleinsten Umdrehungen, gebaut lb durch die Kraft- mittels Riemen (Ab- 10) oder Seilen unter Übersetzung ins Schnelle angetrieben; n gewöhnlich auf mit dem Fundament verankerte Gleit- gesetzt, um Riemen oder Seile durch Spannschrauben oder bequem nachspannen zu können.

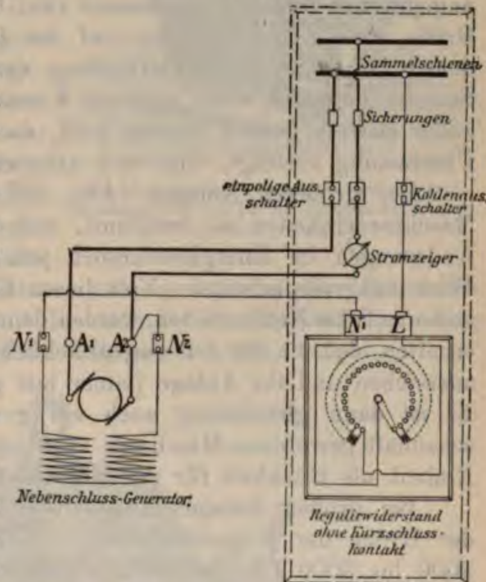


Abb. 84. Verbindung von Nebenschlußmaschine mit Regulierwiderstand. Anschluß an Sammelschienen. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

hinen über 150 Kw. Leistung werden wegen der Kostspielig- Übertragungsmittel und des sperrigen Aufbaues für geringe gszahlen (150 bis 100) ausgeführt und unmittelbar durch elung mit der Kraftmaschine (Turbine) verbunden (Abb. 111a) Anker wird auf die verlängerte Welle der Kraftmaschine schine oder Gaskraftmaschine) gesetzt (Abb. 107, 108 u. 112). lgroße Gleichstrommaschinen haben einen Wirkungsgrad von . H., größere über 90 v. H. und kleinere bis etwa 75 v. H.

bei voller Belastung; mit abnehmender Belastung wird derselbe geringer.

Die Zahl und Größe der im Kraftwerk anzulegenden Dynamomaschinen hängt von dem Umfange des Betriebes, der Art der Belastung (Tag- und Nachtbetrieb, Größe der Veränderlichkeit desselben) und der Notwendigkeit ab, bei etwa schadhaft werdenden Maschinen einen gewissen Kraftrückhalt zur Verfügung zu haben. Im übrigen werden die Maschineneinheiten möglichst groß gewählt im Interesse geringerer Anschaffungs- und Betriebskosten.

Kleinere Anlagen bis etwa 100 PS. (Abb. 111a) erhalten aus den angegebenen Gründen mindestens zwei Dynamomaschinen von gleicher Größe, welche nebeneinander auf das Leitungsnetz arbeiten und von denen jede eine Aufrechterhaltung des Betriebes auf ein bis zwei Stunden gestattet, wenn eine zur Unzeit schadhaft werdende Maschine außer Betrieb gesetzt werden muß, da sie so lange eine bedeutende Überlastung verträgt, ohne sich allzusehr zu erhitzen.

Bei größeren Anlagen (Abb. 107 und 110) wird die Zahl der Maschineneinheiten so bestimmt, daß bei den meist vorkommenden Änderungen im Energieverbrauch jede Einheit noch mit günstigem Wirkungsgrade arbeitet. Von diesen Einheiten, welche alle nebeneinander auf das Netz arbeiten, werden dann stets nur so viele im Betriebe erhalten, daß sie für den augenblicklichen Energiebedarf voll belastet ausreichen und die Anlage immer mit gutem Wirkungsgrade arbeitet. Es ist dann gleichzeitig auch ein gewisser Kraftrückhalt für etwa schadhaft gewordene Maschinen vorhanden. Trotzdem ist eine weitere Einheit als Rückhalt für die Sicherheit des Betriebes vorteilhaft.

Bei großen Anlagen von 10000 bis 15000 PS. tritt die Wahl der Größe der Einheiten mehr zurück und es werden solche von 2000 bis 3000 PS. und mehr angelegt.

Die Kraftmaschinen zum Antriebe der Dynamomaschinen müssen einen gleichförmigen Gang haben, gut regelbar und betriebssicher sein. Außer Kolbendampfmaschinen (Abb. 107 und 108) und Gaskraftmaschinen (Abb. 110 und 112) werden für größere Leistungen (150 bis 10000 PS.) vorteilhaft Dampfturbinen (Abb. 113) verwendet, welche wegen ihrer hohen Umdrehungszahl die Benutzung schnell laufender und daher billiger Dynamomaschinen gestatten. Von den Wasserkraftmaschinen sind wegen der hohen Umdrehungszahl der Dynamomaschinen nur Turbinen brauchbar (Abb. 111a).

β) Das Leitungsnetz dient zur Übertragung und Verteilung der im Kraftwerk erzeugten elektrischen Energie auf die einzelnen Motoren (und Lampen).

Zur Energieübertragung werden für jede größere Abteilung gewöhnlich zwei durch das ganze Arbeitsgebiet gehende Kupferleitungen benutzt — Zweileiter-Anordnung — zwischen denen

der gewählte Spannungsunterschied aufrecht erhalten wird und von denen die eine zur Hin- und die andere zur Rückleitung dient (Abb. 87).

Je nach der Größe des Leitungsquerschnittes werden einzelne massive Drähte oder verseilte Kupferlitzen verwendet. Innerhalb der Gebäude werden fast ausschließlich isolierte Leitungen benutzt. Hin- und Rückleitung werden in 5 bis 10 cm Entfernung voneinander an der Wand oder der Decke auf Porzellanrollen verlegt und auf diesen festgebunden. Im Freien werden die Leitungen ober- oder unterirdisch verlegt. Bei oberirdischer Verlegung werden blanke Kupferleitungen verwendet, welche mittels Porzellanisolatoren an den Außenwänden der Gebäude oder auf freistehenden Masten aus Holz oder Eisen befestigt werden und Blitzschutzvorrichtungen verlangen. Bei unterirdischer Verlegung werden mit Eisenband oder Eisendraht armierte Bleikabel unmittelbar in die Erde eingebettet (Abb. 95).



Abb. 85. Vierpoliger Gleichstrommotor für Leistungen bis 12,5 PS. der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

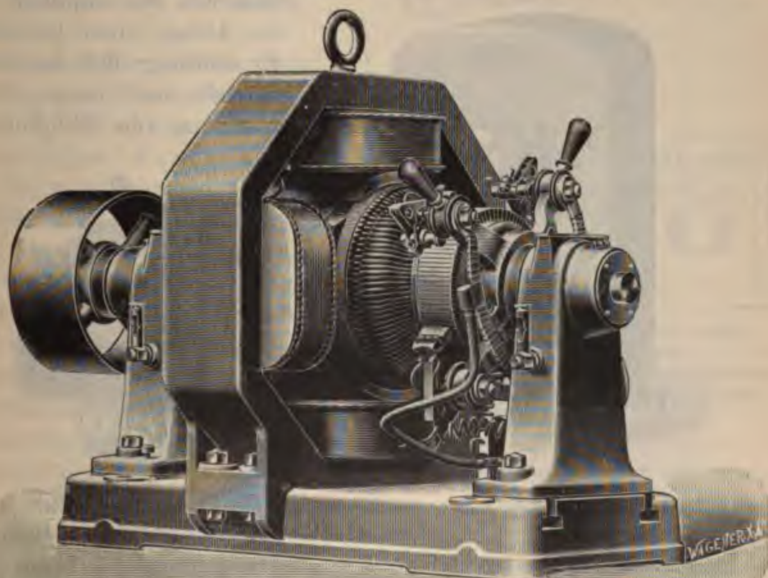


Abb. 86. Vierpoliger Gleichstrommotor für Leistungen bis 240 PS. der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

Die **Energieverteilung** erfolgt mittels isolierter **Nebenleitungen**, welche zwischen die beiden Hauptleitungen nebeneinander oder parallel angeschlossen (**geschaltet**) werden (Abb. 87), so daß der Strom, verteilt, alle Motoren und Lampen gleichzeitig durchfließt, diese alle also voneinander unabhängig sind. Die Maschine muß daher einen Gesamtstrom gleich der Summe aller durch die Stromverbrauchsapparate fließenden Stromstärken liefern, während die Stromspannung gleich der Spannung eines Stromverbrauchers sein muß.

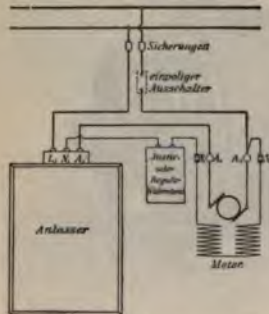


Abb. 87. Verbindung eines Nebenschlußmotors mit seinem Anlasser. Anschluß an das Netz.

Etwaige **Glüh- und Bogenlampen**, welche vorteilhafter mit geringerer Spannung arbeiten, werden entsprechend **hintereinander geschaltet**, so daß der Strom sie nacheinander durchfließt oder mit **Vorschaltewiderständen** versehen, die einen Teil der Spannung vernichten und für die Lampen unschädlich machen. Die hintereinander geschalteten Lampen werden in der Regel außerdem noch mit einem **selbsttätigen Ersatzwiderstande** oder einer **Kurzschlußvorrichtung** versehen.

Ist der Lichtverbrauch im Verhältnis zum Kraftverbrauch bedeutend, so empfiehlt sich die Anlage einer besonderen Einrichtung für den Lichtbetrieb mit einer Stromspannung von 220 Volt.

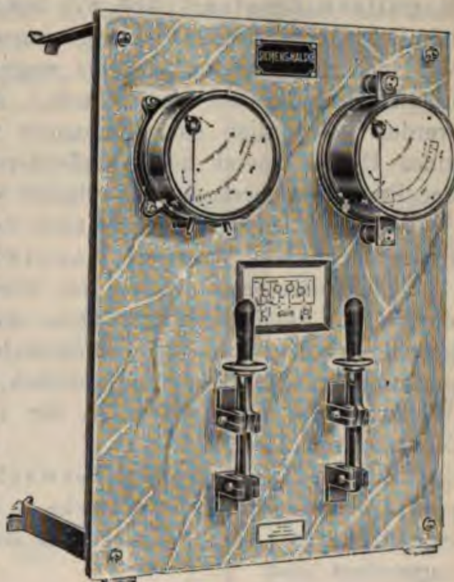

Abb. 88. Anlasser für Nebenschlußmotoren.


Abb 89. Ausschalter mit Sicherungen.

Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

Die Nebenleitungen werden wie die Hauptleitungen befestigt und diejenigen zum Betriebe der Motoren in bedeckten Kanälen oder Röhren zu den Motorklemmen geführt.

γ) Die **Elektromotoren**, welche die ihnen zugeführte **elektrische Energie** wieder in **Bewegungsenergie** umwandeln, sind wie die Dynamomaschinen gebaut, also **Nebenschlußmotoren** (Abb. 85 und 86), welche bei verschiedener Belastung nur geringe Schwankungen in der Umdrehungszahl aufweisen. Der Strom wird meist durch Kohleplatten dem Stromsammler zugeführt und durch diesen in die Leiter des Ankers verteilt; er veranlaßt die einzelnen Ankerdrähte umkreisende **magnetische Wirbel**, welche die Kraftlinien des Hauptfeldes ablenken, die ihrerseits wieder in dem Bestreben sich gerade zu richten, einen Druck auf die Wirbel umgebenen Drähte und damit auf den Anker ausüben. Die am Ankerumfang auftretende Triebkraft wächst daher mit der Stärke des Hauptfeldes, dem die Wirbel veranlassenden Ankerstrom und der Zahl der Ankerdrähte.



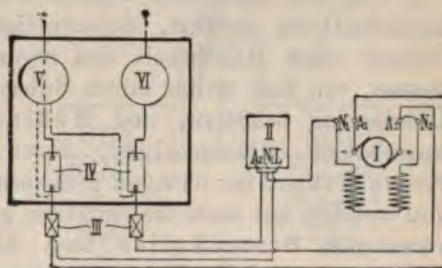


Abb. 90. Schalttafel für eine Dynamomaschine. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.
I = Dynamo. II = Regulierwiderstand. III = Sicherung. IV = Einpoliger Ausschalter. V = Spannungszeiger. VI = Stromzeiger.

Jeder Motor erhält zum Schutz gegen Überlastung eine **zweipolige Sicherung**, einen **zweipoligen Ausschalter** (Abb. 89) zum schnellen Öffnen und Schließen der Leitung und einen sog. **Anlaßwiderstand** (Abb. 87 u. 88) oder **Anlasser** (Draht oder Flüssigkeit), der dem Anker vorgeschaltet, den in diesen tretenden Strom beim Anlauf abschwächt und die anfangs fehlende Gegenspannung ersetzt, da andernfalls die Stromstärke anfänglich eine solche Höhe erreichen würde, daß infolge der Wärmewirkung der Anker oder auch der ganze Motor zerstört werden könnte. Bei der Inbetriebsetzung des Motors muß der Anlaßwiderstand mit zunehmender Ankergeschwindigkeit langsam und stufenweise ausgeschaltet werden, beim Abstellen muß dagegen umgekehrt der ganze Widerstand schnell, doch nicht ruckweise, vorgeschaltet werden, um durch eine Verringerung der

Umdrehungszahl vor dem Ausschalten ein Anwachsen der Stromstärke zu vermeiden, und erst dann darf der Strom unterbrochen werden.

In vielen Betrieben ist eine Erhöhung der Umdrehungszahl des Motors erforderlich, was durch einen dem Nebenschluß vorgeschalteten Regulierwiderstand (Abb. 87) bewirkt wird. Je mehr Widerstand nämlich in die Magnetwicklung eingeschaltet wird, um so schwächer wird der Erregerstrom und das magnetische Feld und um so größer die Umdrehungszahl des Motors. Anlaß- und Regulierwiderstand werden gewöhnlich so miteinander verbunden, daß durch Drehen eines Hebels zuerst der Anlaßwiderstand ausgeschaltet und darauf der Regulierwiderstand eingeschaltet wird.

Soll die Umdrehungszahl auch vermindert werden, so sind an Stelle der Anlaß- besondere Hauptwiderstände erforderlich.

Elektromotoren nehmen im übrigen nur geringen Raum ein, dürfen an jedem beliebigen Orte ohne besondere Genehmigung aufgestellt werden, sie sind betriebssicher und gefahrlos, ihr Gang ist geräuschlos, ihre Bedienung einfach, ihre Wartung gering und ihr Wirkungsgrad hoch (75 v. H. für 1 PS.-Motoren und 92 v. H. für Motoren von 130 PS.).

Zur Bedienung und Überwachung einer elektrischen Anlage sind Apparate erforderlich, welche in übersichtlicher Weise auf sogen. Schalttafeln (Abb. 90) von Holz oder Marmor im Maschinenhause angeordnet sind.

Von den Maschinen werden die Stromleitungen zu den Hauptausschaltern geführt, doppelpoligen Ausschaltern, welche durch Drehen eines Handhebels den Strom jederzeit zu unterbrechen gestatten, von hier weiter durch Schmelzsicherungen, welche gegen Überlastung schützen, und Meßinstrumente nebst Kontrollapparaten (Stromzeiger, Spannungszeiger, Arbeitszeiger, Erdschlußprüfer usw.) an gemeinsame Sammelschienen (Abb. 84), von welchen aus dann die einzelnen gleichfalls mit Schmelzsicherungen versehenen Stromkreise nach den Verbrauchsstellen abzweigen. Sicherungen und Hochspannung führende Teile der Apparate werden zum Schutze des Personals auf der Rückseite der Schalttafel angeordnet; auf derselben findet auch der Nebenschlußregler seinen Platz, auch die Blitzableiter werden bei Freileitungen an die Sammelschienen angeschlossen.

Kann die elektrische Energie von einer öffentlichen Kraftzentrale bezogen werden, was bei mäßigen Energiepreisen vorteilhaft sein kann, wenn nicht Abdampf oder Frischdampf zu andern als Kraftzwecken in erheblichen Mengen gebraucht werden, wie z. B. in Papierfabriken und chemischen Fabriken, so wird die Anlage der elektrischen Transmission sehr einfach, indem dann Kraft- und Dynamomaschinen überflüssig sind.

raftwerke für Gleichstrom verwenden zur Energieübertragung ings gewöhnlich die Dreileiteranordnung, welche dann auch Fabrikanlage Anwendung finden muß.

ie Übertragungsleitung besteht dann aus drei Leitern, den Außenleitern und dem Mittelleiter, welcher als Ausleiter dient und geich nur den halben hnitt der Außenat. Zwischen jedem leiter und dem eiter herrscht in der eine Spannung von olt, zwischen den Außenleitern daher olche von 440 Volt. lektromotoren wernn vorteilhaft nebener an die beiden leiter angeschlossen, n also mit 440 Volt ung, während die orhandenen Lampen en Mittel- und leiter angeschlossen und daher mit der sie vorteilhafteren ung von 220 Volt n. Die Lampen auf die beiden möglichst gleichverteilt werden, daer Mittelleiter nieine zu hohe Strom- (10 bis 15 v. H. der stärke in den Außen-) erhält.

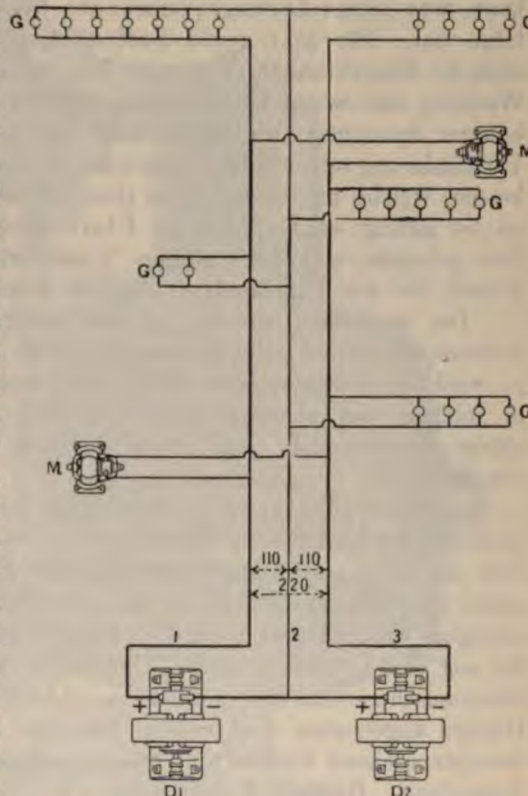


Abb. 91. Dreileiteranordnung mit Antrieb.
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
D_1 und D_2 = Dynamomaschinen. M = Motoren.
G = Glühlampen.

rößere Fabrikanlagen und Hüttenwerke werden zweckmäßig mit reileiteranordnung (Abb. 91) versehen, wenn neben den en auch viele Lampen mit Energie zu versorgen sind, doch um Betriebe dann zwei hintereinander geschaltete Dynamoinen erforderlich, deren Verbindungsleiter an den Mittelleiter ießt, während jeder der beiden übrigbleibenden Pole mit einem leiter verbunden werden muß, um die genannten Spannungschiede aufrecht zu erhalten.

b) Die elektrische Transmission mittels Drehstrom

eignet sich, wie schon erwähnt, zur Energieübertragung für alle Entfernungen, für große deshalb, weil er wegen des Fehlens des Stromsammlers von erheblich höherer Spannung (3000 bis 4000 Volt) als Gleichstrom betriebssicher in der Dynamomaschine hergestellt werden kann, was kleine Leitungsquerschnitte, also billige Leitungen im Gefolge hat. Für sehr große Entfernungen kann dieser Strom durch einfache Einrichtungen (ruhende Transformatoren), welche keiner Wartung und wenig Überwachung bedürfen, in solchen von erheblich höherer Spannung (bis 20000 Volt und mehr) unter entsprechender Verminderung seiner Stärke umgewandelt werden, wodurch die Leitungskosten, welche um so mehr ins Gewicht fallen, je länger die Leitung ist, so gering werden, daß die Übertragung wirtschaftlich wird und fern gelegene und daher billige Wasserkräfte, sowie Kraftgase mit Vorteil für den Fabrikbetrieb nutzbar gemacht werden können.

Da, abgesehen von der großen Gefahr, betriebssichere Elektromotoren für derart hohe Spannungen nicht hergestellt werden können, so wird der hochgespannte Strom vor seinem Eintritt in das Werk in solchen von niedriger Spannung und entsprechend hoher Stromstärke umgewandelt, was ebenso einfach wie die umgekehrte Verwandlung ist.

α) Die Drehstrom-Dynamomaschinen erzeugen drei zeitlich nacheinander verlaufende Wechselströme, weshalb der Anker mit drei auf seinem Umfange verteilten geschlossenen Wicklungen versehen ist. Die Erregung der Magnete muß aber durch Gleichstrom erfolgen, weshalb eine besondere kleine Gleichstrom-Dynamomaschine, die sog. Erregermaschine, erforderlich ist, welche von der Drehstrommaschine entweder unmittelbar (Abb. 92, 112 und 113) oder mittels Riemen angetrieben wird und in letzterem Falle schneller laufen und dementsprechend kleiner und billiger sein kann als bei unmittelbarer Kuppelung. Größere Erregermaschinen, welche bei Leistungen von 3000 PS. und mehr mehreren Drehstrommaschinen gleichzeitig angehören, werden durch eine besondere Kraftmaschine angetrieben.

Die Periodenzahl des Stromes wird zweckmäßig zu 50 in der Minute, die Polzahl je nach der Größe der Maschine zu 4 bis 72 angenommen, um nicht zu hohe Umdrehungszahlen der Maschinen zu erhalten.

Die Stromspannung wird für geringe Entfernungen zu etwa 200 Volt gewählt und man läßt sie mit der Entfernung steigen, um die Leitungskosten in zulässigen Grenzen zu halten. Spannungen bis 3000 Volt können betriebssicher in der Maschine hergestellt, müssen aber dann im Verwendungsgebiete auf niedrige Spannung umgewandelt werden, um Maschinen von wirtschaftlicher Dauer verwenden zu können.

Drehstrom-Dynamomaschinen für niedrige Spannung erhalten ie die Gleichstrommaschinen feststehende Magnete und einen mlaufenden Anker, von dem der Drehstrom durch Schleifringe

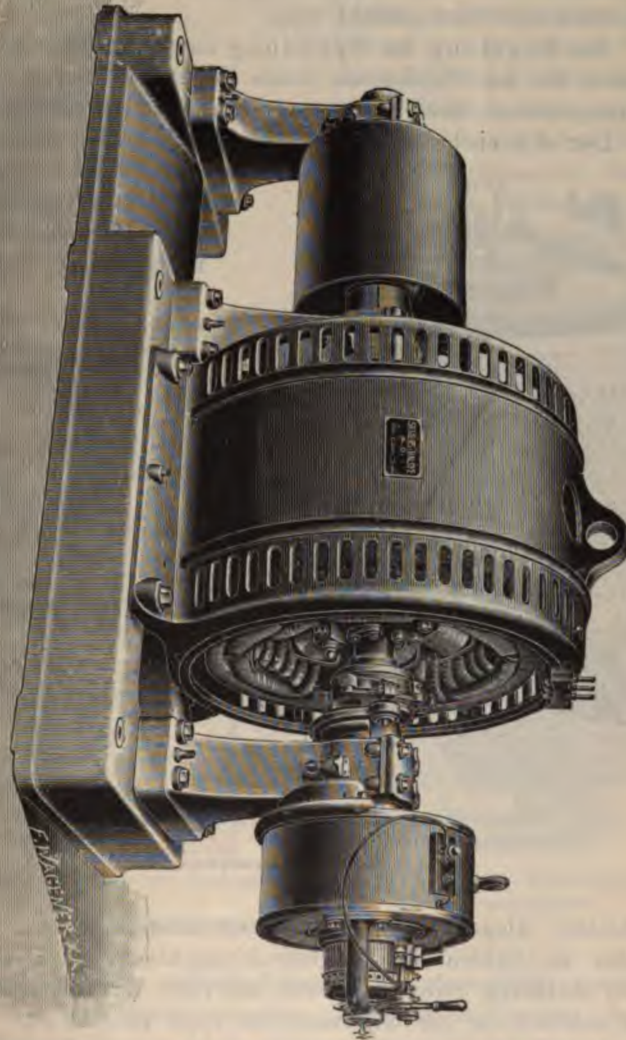


Abb. 92. Drehstrom-Dynamomaschine mit umlaufendem Magnetkranz, feststehendem Anker und angebauter Erregermaschine mit Riemenantrieb. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

nd Bürsten abgenommen, während der Erregerstrom den Magneten urch feste Klemmen zugeführt wird.

Drehstrommaschinen für hohe Spannungen werden dagegen it feststehendem Anker und umlaufenden Magnetpolen sgerüstet (Abb. 92 und 112), denen der Erregerstrom durch Schleif-

ringe zugeführt, während der Drehstrom durch feste Klemmen abgenommen wird. Der Grund liegt in der Schwierigkeit der Isolation hochgespannter Ströme, welche durch die Erschütterungen, denen ein umlaufender Anker ausgesetzt ist, leicht gefährdet werden kann; die Feldmagnete erhalten stets niedrig gespannten Gleichstrom, und deshalb fällt hier diese Gefahr weg.

Die Regelung der Spannung der Drehstrommaschinen erfolgt ähnlich wie bei Gleichstrom durch Verstärken bzw. Abschwächen des Erregerstromes durch einen eingeschalteten Regulierwiderstand.

Der Antrieb erfolgt wie der der Gleichstrommaschinen durch Riemen (Abb. 92), Seile oder unmittelbare Kuppelung (Abb. 111a und 112), ebenso geschieht die Bestimmung der Maschinen-



Abb. 93. Drehstrom-Transformatoren für trockene Räume.



Abb. 94. Querschnitt durch einen großen Drehstrom-Transformator.

Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

einheiten. Dagegen sind die Drehstrommaschinen um 20 bis 40 v. H. größer zu wählen als Gleichstrommaschinen, da Drehstrommotoren einen stärkeren Strom brauchen als ihrer Arbeitsleistung entspricht, was indessen auf die Kraftmaschine ohne Einfluß ist.

Die Drehstrom-Transformatoren (Abb. 93 und 94) bestehen aus drei Doppelspulen, deren jede aus zwei ineinander gesteckten, übrigens aber voneinander getrennten Drahtspulen sich zusammensetzt, von denen die eine mit der Maschine und die andere mit der Leitung in Verbindung steht. Die von dem Maschinenstrom durchflossenen Drahtwindungen erzeugen ein Wechselfeld, dessen Kraft-

ien die zweiten Spulen durchsetzen und in der angeschlossenen itung einen Strom erzeugen, dessen Spannung zu der des Maschinen-omes sich verhält, wie die Windungszahlen beider Spulen. Je chdem der Maschinenstrom Spulen mit vielen dünnen Windungen durchfließt und die an die Leitung angeschlossenen Spulen aus wenigen dicken Windungen bestehen oder umgekehrt, wird niedrig gespannter Strom von großer Stärke oder hochgespannter Strom von geringer Stärke erhalten. Um das Entstehen der Kraftlinien möglichst zu erleichtern, werden Eisenkerne in die Spulen gesteckt oder diese von Eisen umgeben (Kern- und Manteltransformatoren). Die Zu- und Ableitungen sind entweder an Kabel- oder Freileitungen angeschlossen. Die Trans-

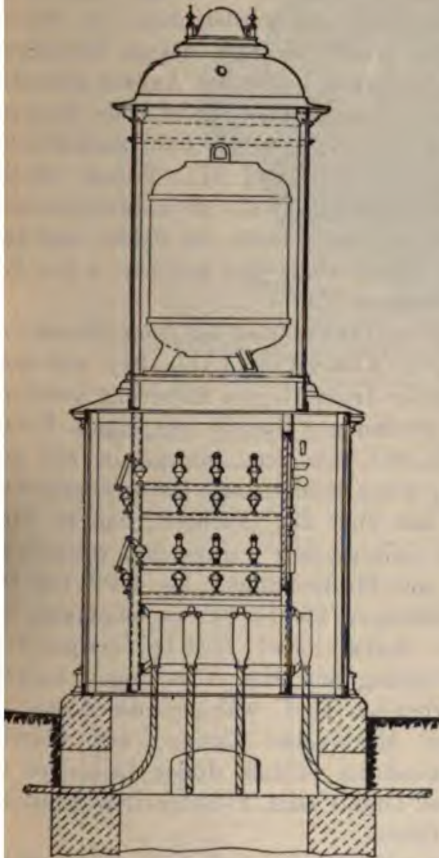


Abb. 95. Transformatorenhaus mit Anschluß an Kabel.



Abb. 96. Asynchroner Drehstrommotor mit Kurzschlußanker.

Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

rmatoren sind mit der erforderlichen Schaltvorrichtung versehen id finden, von einem Mantel umgeben, in bedeckten Räumen oder in g. Transformatorenhäusern (Abb. 95) im Freien Aufstellung.

β) Die Drehstromleitung besteht aus drei Leitern, welche it ihren Enden passend verbunden auch zur Rückleitung des Stromes nutzt und an welche die Motoren mittels je dreier Nebenleiter beneinander angeschlossen werden.

γ) Die Drehstrommotoren sind Induktionsmotoren, haben

stets einen umlaufenden Anker mit in sich geschlossener Wicklung (Läufer), sowie ein feststehendes Magnetgehäuse (Ständer) und laufen unter voller Belastung an. Der Drehstrom wird aber nicht wie der Gleichstrom in die Ankerwindungen, sondern in die Wicklungen des Ständers geleitet, dessen Magnete er erregt. Durch die gegeneinander verschobenen Wechselströme werden dabei im Ständer umlaufende Pole, ein sogen. Drehfeld, erzeugt, dessen Kraftlinien in um so größerer Zahl die geschlossenen Leiter des Ankers schneiden und deshalb um so kräftigere Induktionsströme, welche die Zugkraft bedingen, erzeugen, je mehr der Anker gegen das Feld zurückbleibt, schlüpft (Asynchronmotoren, Abb. 96 und 97). Gerade wie bei Gleichstrommotoren übt nun das Drehfeld auf die stromdurchflossenen Leiter eine Zugkraft aus, welche mit der Stärke des Feldes und dem Ankerstrom wächst, und der Anker stellt sich auf eine seiner Belastung entsprechende Geschwindigkeit ein.

Zum Zwecke des Ein- und Ausschaltens ist jeder Drehstrommotor mit einem dreipoligen Ausschalter (Abb. 99) und zum Schutz gegen Überlastung mit einer dreipoligen Sicherung versehen.

Kleine Drehstrommotoren werden gewöhnlich mit einem Kurzschlußanker ausgerüstet (Abb. 96), der eine einzige in sich geschlossene Drahtwicklung trägt, keine Schleifringe hat und sehr einfach und betriebssicher ist; er hat aber den Nachteil, daß er beim Anlassen starke Stromstöße im Leitungsnetz verursacht, weshalb er bei gleichzeitigem Lichtbetrieb nur für Leistungen bis 4 PS. und bei reinen Kraftanlagen nur für Leistungen bis 10 PS. zu empfehlen ist.

Größere Motoren werden deshalb mit Schleifringanker (Abb. 97) versehen, dessen Wicklung aus drei Abteilungen besteht, deren Anfänge miteinander verbunden sind, während die Enden zu drei Schleifringen auf der Motorachse führen, auf welchen Bürsten schleifen, die den Ankerstrom mittels dreier Leitungen zu einem in den Anker geschalteten Draht- oder Flüssigkeitswiderstande (Anlasser, Abb. 98 und 100) führen.

Mit Hilfe dieses Widerstandes wird beim Anlauf die Stromstärke im Anker abgeschwächt und dadurch jede Rückwirkung auf das Leitungsnetz vermieden. Läuft dann der Motor, so wird durch Aufheben der Bürsten der Widerstand ausgeschaltet und mittels eines Kurzschließers (dreiarmigen Kontakthebels) der Anker kurz geschlossen.

Drehstrommotoren sind leichter, einfacher, weniger empfindlich und bedürfen weniger Wartung als Gleichstrommotoren, während ihr Wirkungsgrad dem der Gleichstrommotoren gleich ist.

Die zu einem sicheren und geordneten Betrieb erforderlichen *Schalter* und Instrumente (Hauptausschalter, Strom-, Spannungs- und *Arbeitszeiger*, Apparate zur Phasenvergleichung und Einrichtungen

ur Beeinflussung der Umdrehungszahl der Kraftmaschinen beim 'arallelschalten der Einheiten, sowie die Schalter für die Abzwei-



Abb. 97. Asynchroner Drehstrommotor mit Schleifringanker



Abb. 98. Verbindung eines Drehstrommotors mit Schleifringanker mit seinem Anlasser und Anschluß an die Leitung.



Abb. 99. Dreipoliger Ausschalter nebst Sicherungen.



Abb. 100. Anlasser für Drehstrom.

Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

gungen werden wie bei Gleichstrom auf einer Schalttafel untergebracht. Ausschalter und Sicherungen für die Motoren werden aus Sicherheitsgründen zweckmäßig in einen Schaltkasten eingeschlossen.

c) Der Antrieb der Arbeitsmaschinen durch Elektromotoren.

Der Antrieb kann erfolgen, indem entweder jede Maschine einen besonderen Elektromotor zu ihrem Betriebe erhält (Einzelantrieb) oder daß Gruppen von Arbeitsmaschinen mittels kurzer Wellen und Riemen von einem gemeinsamen Elektromotor angetrieben werden (Gruppenantrieb).

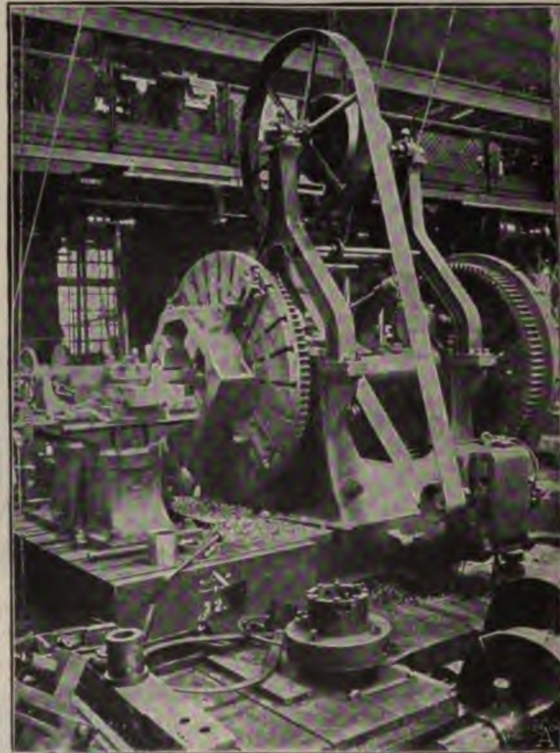


Abb. 101. Doppel-Planscheibendrehbank mit Riemenantrieb der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

Die Wahl des Antriebes ist von dem Energiebedarf, den Betriebspausen und der Art der Aufstellung der Arbeitsmaschinen abhängig.

Bei Neuanlagen erhalten Arbeitsmaschinen mit großem Energiebedarf (Abb. 101) am besten Einzelantrieb, da die erforderlichen großen Einzelmotoren mit hohem Wirkungsgrade arbeiten und beim Stillstande der Maschine abgestellt werden können, also Energie dann nicht verbrauchen; ebenso werden schnell laufende Arbeitsmaschinen mit Drehbewegung und wenig Geschwindigkeitsabstufungen (Holz-

arbeitungsmaschinen, Schleudermaschinen [Abb. 102], Schleifapparate) r Einfachheit des Antriebes wegen mit Einzelmotoren ausgerüstet nd endlich erhalten über einen weiten Raum verteilte und einzeln ehende Arbeitsmaschinen diesen Antrieb, welcher lange schwach-esetzte und daher mit geringem Wirkungsgrad arbeitende Wellen-itungen überflüssig macht.

Kleinere Arbeitsmaschinen werden dagegen besser in Gruppen ngetrieben, indem dann für ede Gruppe nur ein größerer Elektromotor erforderlich ist, velcher mit höherem Wir-ungsgrad arbeitet und billi-er in der Anschaffung und Interhaltung ist als viele leine Einzelmotoren.

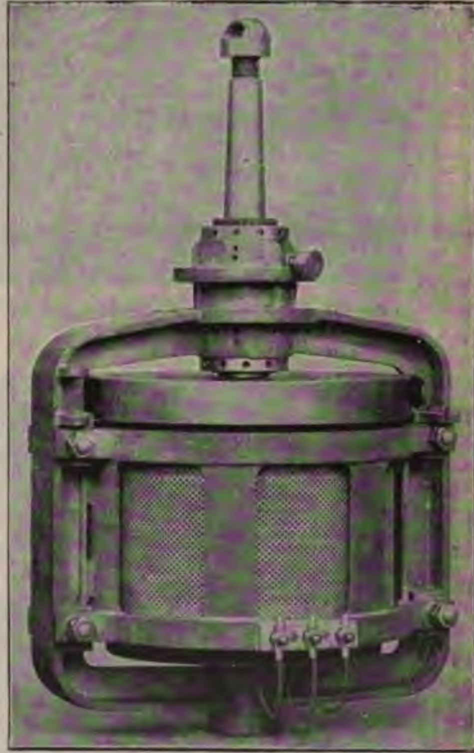


Abb. 102. Zuckerschleuder mit unmittelbarem Antrieb der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

Am zweckmäßigsten erden diejenigen Arbeits-aschinen zu einer Gruppe zusammengestellt, welche nter denselben Betriebs-erhältnissen insbesondere it denselben oder ähnlichen etriebspausen arbeiten, um nmer mit gutem Wirkungs-rade arbeiten und beim tillstand sämtlicher Arbeits-aschinen den Motor still-tzen zu können. Natürlich ürfen nicht zu viele Maschi-en an eine Gruppe ange-ingt oder über einen zu oßen Raum verteilt werden, eil der langen Wellen-itungen wegen sonst der etrieb unwirtschaftlich wird. kleineren Betrieben sollen daher Gruppenmotoren von etwa 5 PS., größeren solche von $7^1/_2$, 10 und 15 PS. verwendet werden. Größere otoren sind nur für den Einzelantrieb schwerer Maschinen zu nutzen.

Da die Elektromotoren eine sehr hohe Umgangszahl haben, solche it niedriger Umdrehungszahl sind, wie erwähnt, erheblich teurer, können nur schnell laufende Arbeitsmaschinen mit Drehbewegung chleudermaschinen, Schleifapparate) unmittelbar von der Motorwelle ngetrieben werden. Die Verbindung der Motorwelle mit der Arbeits-

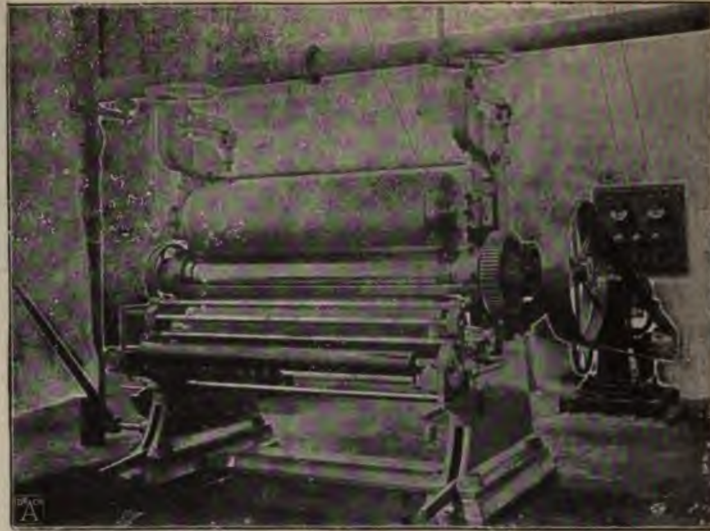


Abb. 103. Papierkalander mit Riemenantrieb. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

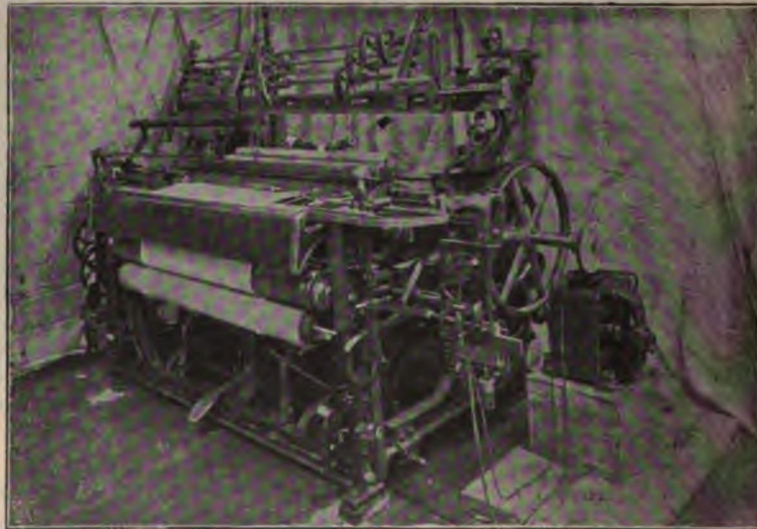


Abb. 104. Webstuhl mit Räderantrieb. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

spindel der Maschine erfolgt dabei entweder durch eine Kuppelung oder es wird ein Motor ohne Ankerwelle verwendet und der Anker unmittelbar auf der Arbeitsspindel befestigt.

Die Spindeln der meisten Arbeitsmaschinen haben aber wesentlich geringere Umdrehungszahlen als die Motorwelle, weshalb Geschwindig-

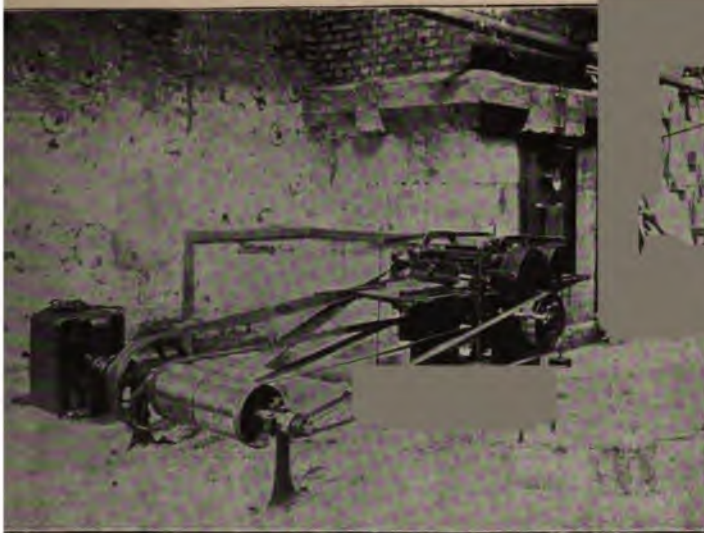


Abb. 105. Holzhobelmaschine mit unmittelbarem Antrieb des Vorgeleges. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

rsetzungen ins Langsame eingeschaltet werden müssen, welche Lage und Entfernung von Welle und Spindel und der Größe ersetzung durch Riemen-, Stirnräder-, Schraubenräder-hneckenantrieb erfolgen.

r Riemenantrieb (Abb. 101 3) wird angewendet, wo ge- Raum vorhanden ist; er ist und hält Stöße vom Anker angelt es an Platz, wird der also nur kurz, fehlt ihm e nötige Elastizität, so wird pannung des Riemens zweck- urch das Gewicht des Motors , indem derselbe pendelnd ngt, auf Wippe aufgestellt vobei das Eigengewicht je darf noch durch eine Feder rt oder verkleinert werden Zweckmäßig wird der Motor ch so angeordnet und in die eingestellt, daß der Riemen- glichst in die Richtung der kommt, wodurch ein sehr Gang der Maschine erzielt

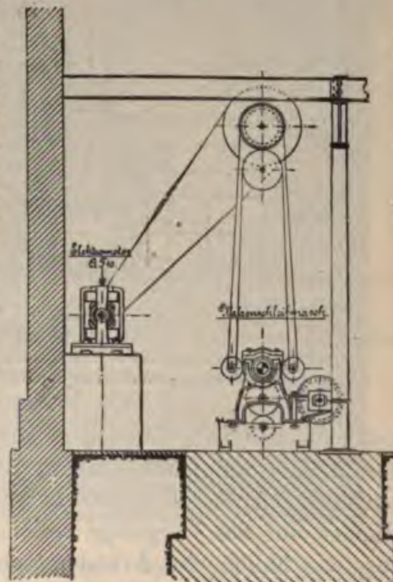


Abb. 106. Walzenschleifmaschine mit Riemenantrieb der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

wird und, um den Motor nach allen Richtungen einstellen zu können, werden Universalwippen verwendet. Motoren auf Wippen eignen sich besonders zum Antriebe von Maschinen der Textilindustrie.

Der Räderantrieb empfiehlt sich, wenn die Übersetzung der Geschwindigkeit ins Langsame eine mehr oder weniger große ist und es an Raum mangelt; der Stirnräderantrieb (Abb. 104) wird neuerdings vielfach durch den sehr vervollkommneten Kettenantrieb ersetzt, der sich aber für hohe Umdrehungszahlen nicht eignet.

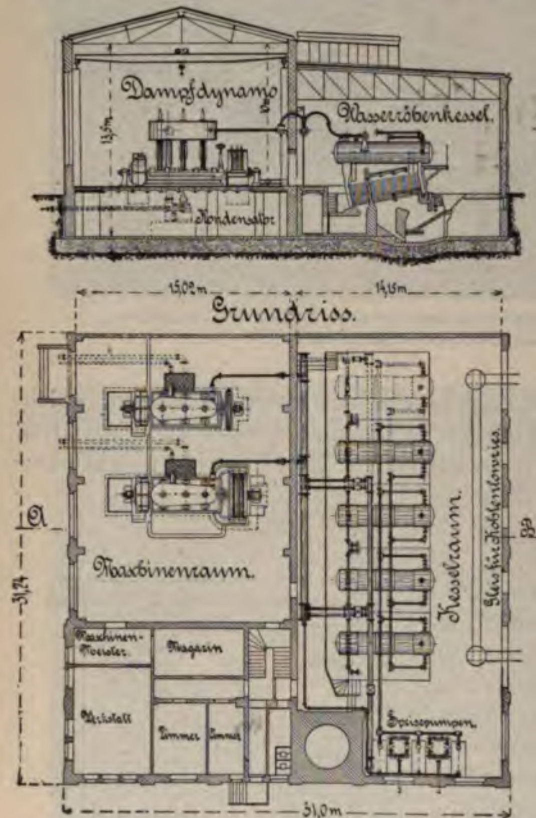


Abb. 107. Elektrisches Kraftwerk mit Dampfbetrieb, stehenden Dreifach-Expansionsmaschinen und Wasserröhrenkesseln der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

Der Elektromotor wird bei Räderantrieb auf einer passend geschaffenen Fläche der Arbeitsmaschine, beim Riemenantrieb auf dem Boden aufgestellt, an der Wand befestigt oder an der Decke aufgehängt, da die Motoren so gebaut und die Lager so eingerichtet sind, daß sie das Öl in jeder Stellung halten.

Um an Platz zu sparen, empfiehlt sich bei Riemenantrieb die Anbringung der Motoren an der Decke oder an der Wand, Gleichstrommotoren werden dagegen zweckmäßiger auf dem Fußboden aufgestellt, um den Stromsammler besser überwachen zu können.

Arbeitet die Arbeitsmaschine mit einem Riemenvorgelege, wie die meisten Maschinen der Metall- und Holzindustrie, so läßt man den Motor entweder unmittelbar (Abb. 105) oder unter Übersetzung ins Langsame mittels Riemen auf das Vorgelege treiben (Abb. 106) und treibt von diesem aus, wie üblich, die Arbeitsmaschine.

Die Energieverluste einer elektrischen Transmission zerfallen in die Verluste in den Antriebsmaschinen und der Stromerzeugungs-

anlage, in den Übertragungsleitungen und in den Elektromotoren, zu welchen die Verluste in den etwa weiter noch verwendeten Übertragungsmitteln hinzutreten.

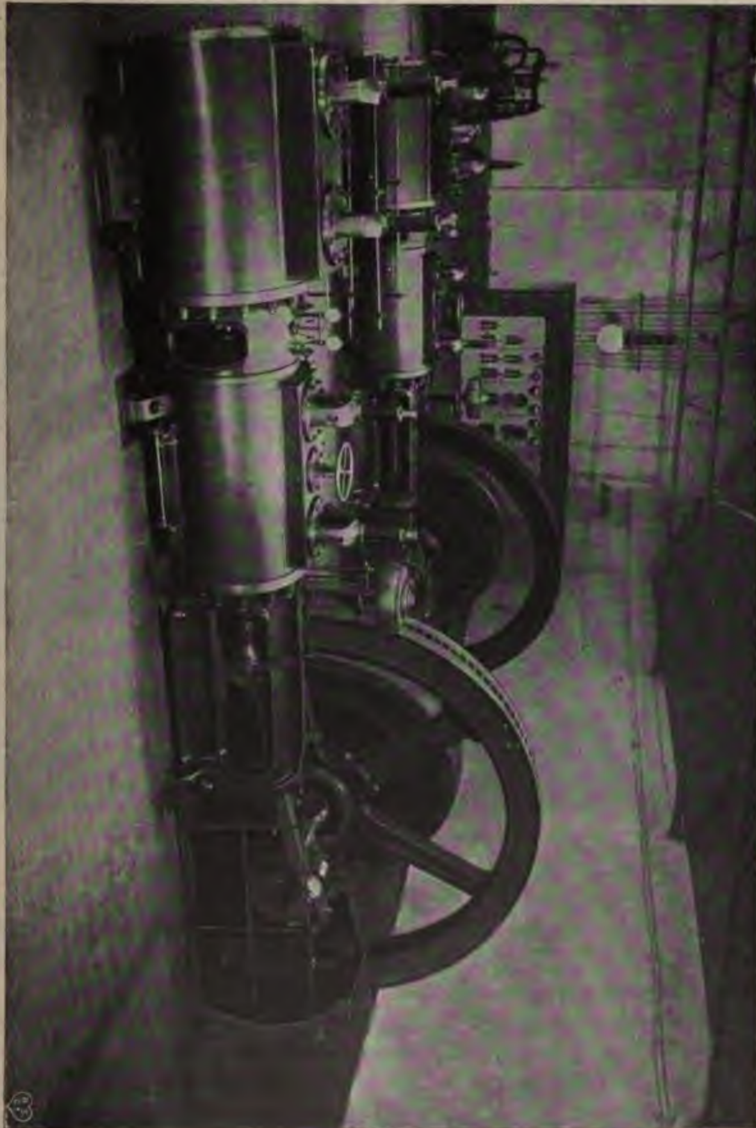


Abb. 108. Elektrisches Kraftwerk (Maschinenraum) mit Dampfbetrieb und Tandemmaschinen von der Maschinenfabrik Grevenbroich.

Die Verluste in den Antriebsmaschinen und der Stromerzeugungsanlage bis zur Schalttafel können zu 18 v. H. angenommen werden, so daß noch 82 v. H. der Maschinenleistung verfügbar sind, die Ver-

teilungsverluste in einer Fabrik betragen weiter bei voller Belastung $3\frac{1}{2}$ v. H. und bei $\frac{3}{4}$ Belastung 2 v. H. der durchgeleiteten Energie, die Leistung an den Motorklemmen beträgt daher $\frac{82 \cdot 98}{100} = \sim 80$ v. H. der Maschinenleistung. Setzt man ferner Motoreinheiten von $7\frac{1}{2}$ PS. voraus, welche bei $\frac{3}{4}$ Belastung einen Wirkungsgrad von etwa 83 v. H. haben, so sind an der Motorwelle noch $\frac{80 \cdot 83}{100} = \sim 66$ v. H. der Maschinenleistung vorhanden. Die Verluste in den selbst bei Einzelantrieben zur Übersetzung meist verwendeten Zahnrad- oder Riemen-

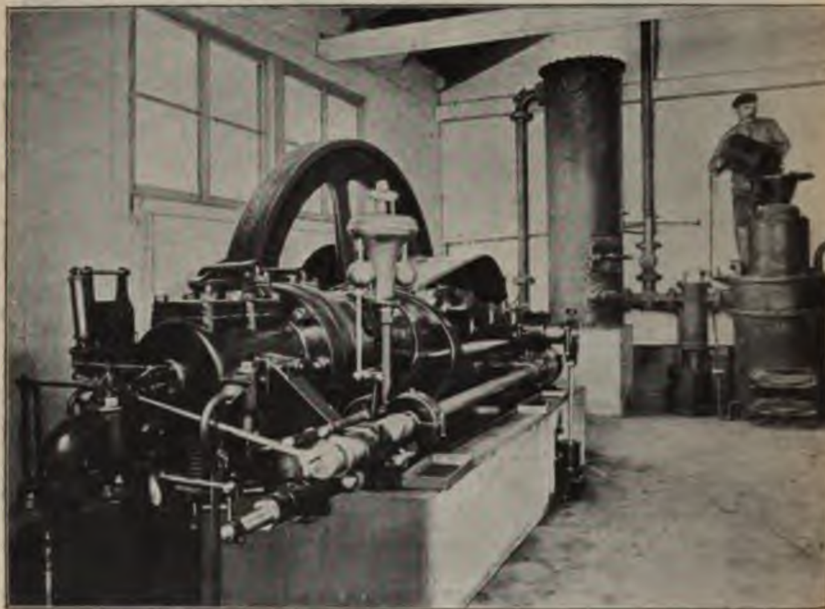


Abb. 109. Kleineres Kraftwerk mit Sauggasbetrieb.

vorgelegen können zu $2\frac{1}{2}$ bis 5, im Mittel zu $3\frac{1}{2}$ v. H. und die Verluste der Wellen nebst Riemen in gut angeordneten Gruppenantrieben zu 10 bis 25, im Mittel zu 20 v. H. der durch sie übertragenen Energie angenommen werden.

Beträgt die Maschinenleistung daher beispielsweise 100 PS., so sind 66 PS. an der Motorwelle verfügbar, und nimmt man ferner an, daß $\frac{2}{3}$ dieser Leistung, also 44 PS. in Einzelantrieben und $\frac{1}{3}$, also 22 PS. in Gruppenantrieben benutzt werden, so kommen von ersterer $\frac{44 \cdot 96{,}5}{100} = \sim 42{,}5$ PS. und von letzterer $\frac{22 \cdot 80}{100} = \sim 17{,}5$ PS., insgesamt also 60 PS. nützlich auf die Arbeitsmaschinen gegen vielleicht 50 PS. bei einer mechanischen Transmission.

Bei der Umänderung des Antriebes großer bestehender Anlagen kann es vorteilhaft sein, nur die gewöhnlich kleinen und unwirtschaftlich arbeitenden Dampfmaschinen, welche die mechanischen Transmissionen der einzelnen Abteilungen antreiben, zu beseitigen, eine neue wirtschaftlich arbeitende elektrische Kraftzentrale anzulegen und die nur soweit als dringend nötig beseitigte oder vereinfachte Trans-

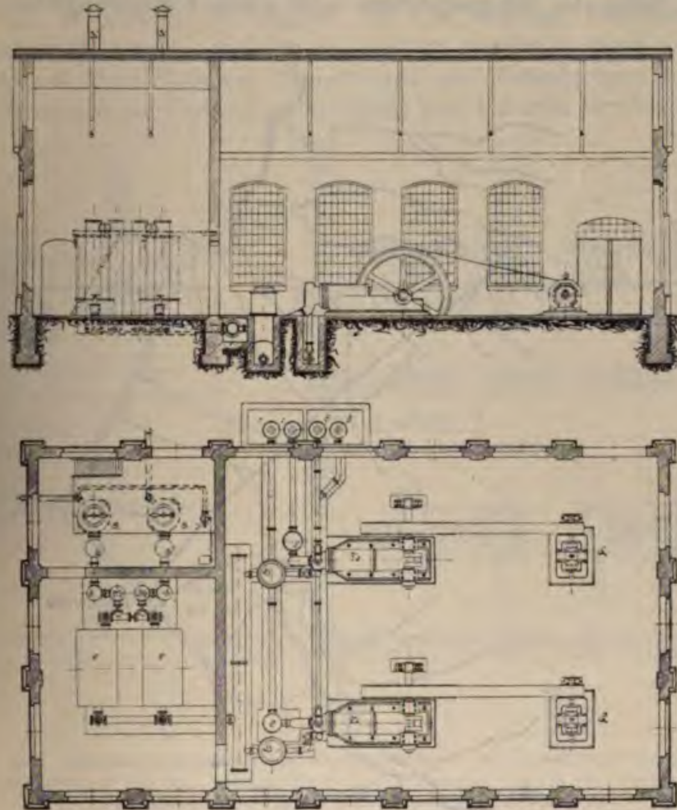


Abb. 110. Elektrisches Kraftwerk von 300 PS. Leistung mit Sauggeneratorgasbetrieb, ausgeführt von der Maschinenbau A.-G. vorm. Ph. Swiderski, Leipzig.
A = Generatoren. *B* = Verdampfer. *E* = Skrubber. *M* und *F* = Reiniger. *H* = Gasdruckregler. *J* = Ventilator. *N* = Gaskraftmaschinen. *O* = Ansaugetöpfe für Luft. *P* = Auspufftöpfe für die Verbrennungsprodukte. *Q* = Dynamomaschinen.

mission durch wirtschaftlich arbeitende Elektromotoren zu betreiben, in welchem Falle der Betrieb der Anlage ohne große Störungen aufrecht erhalten werden kann. Daneben wird aber auch der Zweck der Umänderung erreicht, nämlich infolge des sparsamen Arbeitens der Zentrale werden die Betriebskosten wesentlich verringert und durch Wegfall der einzelnen Kessel und Maschinen mit ihren zuweilen sehr langen Dampfleitungen wird die Betriebssicherheit erhöht.

Die Lage der Kraftmaschine ist, wie schon erwähnt, bei der elektrischen Transmission sehr unabhängig von der Lage der Fabrik, im Gegensatz zur mechanischen Transmission, da die Übertragungsverluste auch bei großen Entfernungen nur gering sind.

Die Dampfkraftanlagen (Abb. 107 und 108) erhalten ihre Aufstellung daher mit Rücksicht auf einen bequemen Brennstofftransport in der Nähe des Eingangsweges oder eines Eisenbahngleises, stets

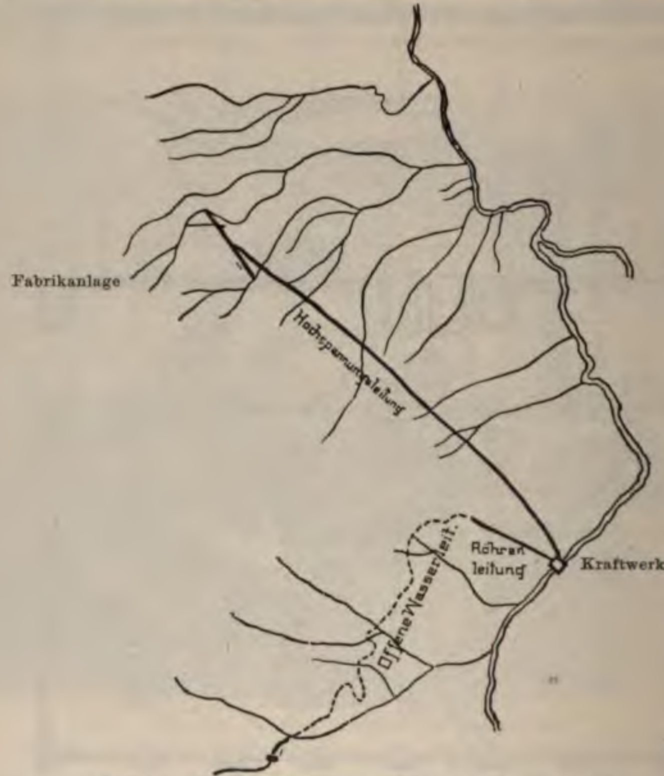


Abb. 111. Wasserkraftanlage mit elektrischer Ferntransmission über 3 km Länge der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

aber so, daß die Dampfleitung kurz wird. Kessel- und Maschinenhaus werden deshalb parallel neben- oder hintereinander gelegt (Abb. 107) und die Anlage zum Zwecke eines möglichst wirtschaftlichen Betriebes mit den neuesten Verbesserungen als mehrfache Dampfdehnung, Dampfüberhitzung, Kondensation und Rückkühlung ausgestattet, die Kessel für hohen Dampfdruck eingerichtet, große Anlagen mit eingebauten Economisern ausgerüstet, bei der Feuerung mechanische Beschickung und Bekohlungsanlagen vorgesehen, welche beide letzteren bequem durch Elektromotoren angetrieben werden können.

Die Kondensations- und Pumpenanlage der Dampfzentralen wird meist zweckmäßig in dem Keller der Betriebsräume untergebracht (Abb. 107), was die kürzesten Rohrleitungen ergibt, ohne daß die Übersichtlichkeit leidet oder die Bedienung erschwert wird. Die Pumpen werden dann vorteilhaft durch Einzelmotoren angetrieben, so daß sie von einer Dampfleitung oder Transmission unabhängig sind.

Von besonderer Wichtigkeit ist eine richtige Anordnung der Frischdampfleitungen, welche so angelegt werden müssen, daß bei kurzen und übersichtlichen Dampfwegen jede Kesselgruppe mit jeder Dampfmaschine in Verbindung gebracht und bei auftretenden Schäden

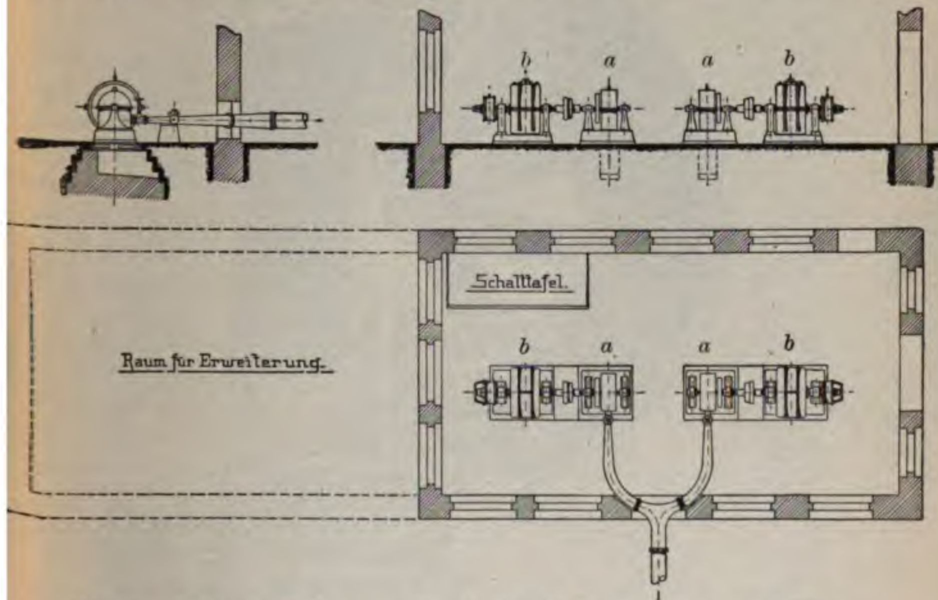
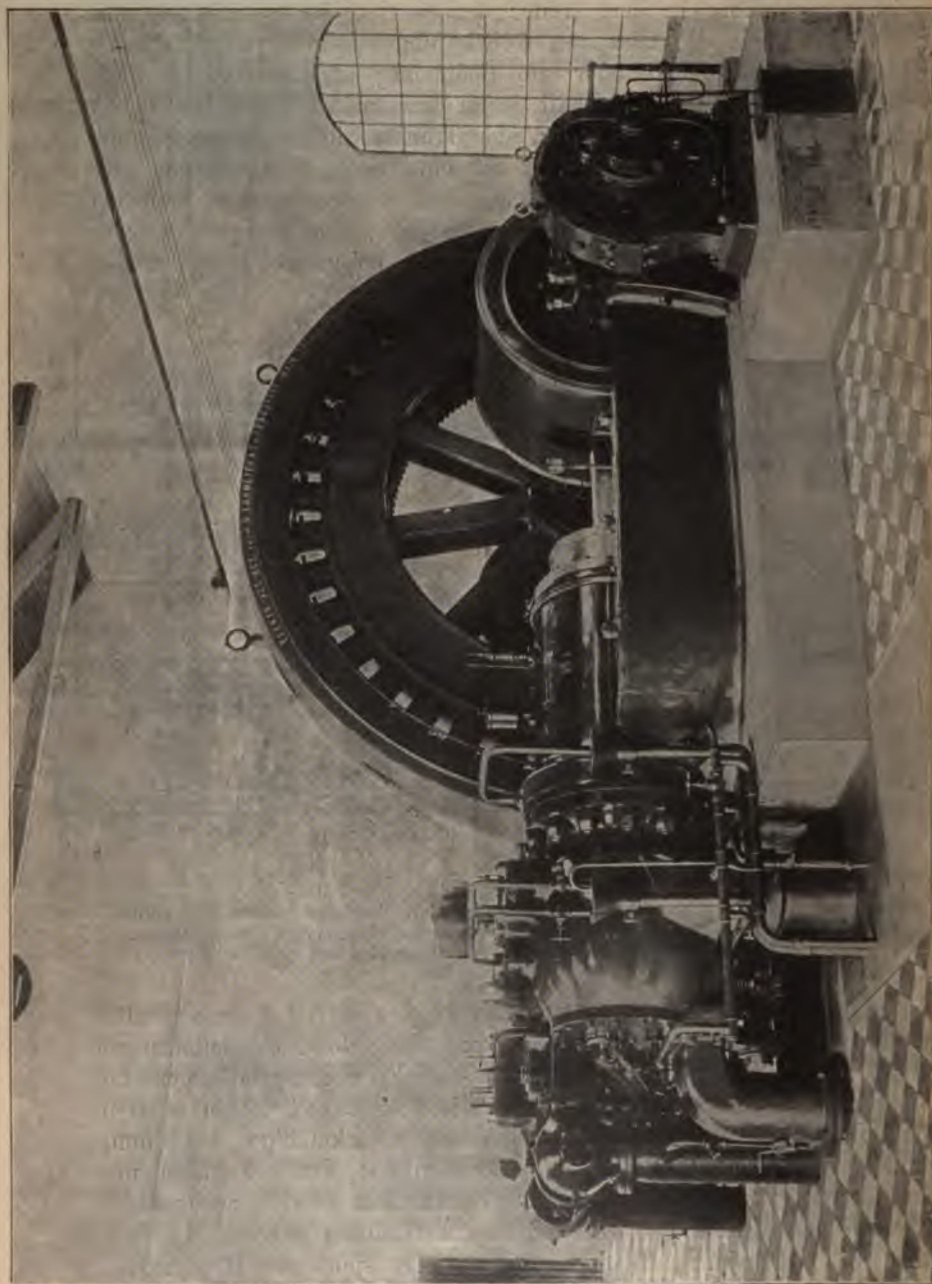


Abb. 111 a. Elektrisches Kraftwerk mit Wasserkraftbetrieb. Siemens-Schuckertwerke, Berlin. Wassermenge: 10 cbm/Min. Gefälle: 133 m. a = Peltonräder von 125 PS. b = Drehstrom-Dynamomaschinen von 100 Kw. Stromspannung: 2000 Volt.

der schadhafte Rohrstrang ohne Hinderung des Betriebes ausgeschaltet werden kann, was zur Anwendung von Ring- bzw. Doppelleitungen führt. Besonders verwickelt werden die Frischdampfleitungen bei Verwendung von Heißdampf, da sie die Möglichkeit bieten müssen, die Überhitzer auszuschalten und deren zweckmäßige Anordnung großer Überlegung bedarf, um mit möglichst wenig Ventilen und Formstücken einen sichern und übersichtlichen Betrieb zu erhalten.

Die Kraftgasanlagen erhalten ihre Aufstellung zweckmäßig ebenfalls mit Rücksicht auf einen leichten Transport des Brennstoffes. Maschinen- und Generatorenraum werden nebeneinander angeordnet (Abb. 110), so daß die Gasleitung kurz wird. Die Anlage ist ferner mit



[illegible] Elektrisches Kraftwerk mit Gichtgasbetrieb von Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke, Akt.-Ges., Frankfurt a. M.

chtungen zu versehen, welche die übeln Gerüche der Gase beim
isen und im Betriebe, sowie das Geräusch beim Auspuffen der
se möglichst beseitigen, auch ist das Skrubberwasser zu reinigen.
Soll eine entliegende Wasaft zum Betriebe Anlage benutzt en, so wird das werk am Orte utzbar gemach-Wasserkraft er-et und die elek-ie Energie der ge durch die eitung zuge- (Abb. 111 und) und stehen ch billige Kraft- wie Hoch- und ofengase zur igung, so wer-sie ebenfalls am ihrer Entwick- gut gereinigt, Gaskraftmaschi-iutzbar gemacht . 112) oder bei ge von Dampf-inen, welche dings mit den kraftmaschinen charfen Wett-rb treten, zur ing von Dampf-ln benutzt und rzeugte elektri- Energie (Abb. der Fabrik-e zugeführt.

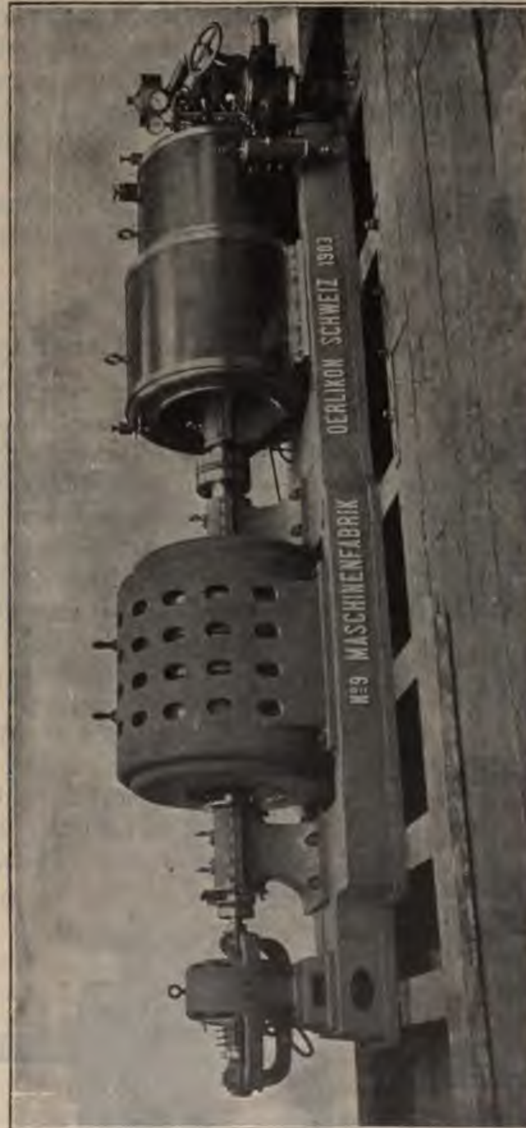


Abb. 113. Drehstrom-Dynamomaschine von 220 Kilowatt mit Antrieb durch Parsonsturbine der Maschinenfabrik Oerlikon (Schweiz).

Die Stromart bei mäßigen tragungsweiten, wie sie innerhalb einer Fabrikanlage vorkommen, hgültig. Gleichstrom ist zwar wegen der einfacheren Strom-nmer für den Betrieb von Transportvorrichtungen daher z. B. in

Hüttenwerken etwas bequemer und bei gleicher Spannung weniger gefährlich als Drehstrom und Gleichstrom-Bogenlampen, welche übrigens unmittelbar auch für Drehstrom benutzt werden können, ergeben eine etwas größere Lichtausbeute, dagegen sind die Drehstrommotoren etwas einfacher in der Bauart als die Motoren für Gleichstrom und gegen Staub und Schmutz sehr wenig empfindlich, doch sind diese Gesichtspunkte in den meisten Fällen von untergeordneter Bedeutung.

Für Übertragungsweiten über etwa 1 km kommt dagegen nur der hochgespannte Drehstrom mit und ohne Benutzung von Transformatoren in Betracht.

Steht die Energie aus einer anderen Kraftzentrale zur Verfügung, so wird die Stromart dieser Zentrale selbstverständlich unmittelbar benutzt.

III. Die Druckluft-Transmission

findet neuerdings in Metallbearbeitungswerkstätten (Werften, Kesselschmieden, Brückenbauanstalten und ähnlichen Werkstätten) ausgedehnte Verwendung zum Antrieb leichter tragbarer Druckluftwerkzeuge, Abb. 114 bis 117 (zum Nieten, Meißeln und Verstemmen von Blechen, Stampfen von Sand usw.) und zur Betätigung von Hebezeugen für leichte Lasten. Der Kraftträger erfordert dabei keine Ableitung, wie das Druckwasser, und die durch die Bewegung eines Kolbens unmittelbar hervorgebrachte geradlinige Bewegung des Werkzeugs macht die Druckluft für diese Zwecke der Elektrizität überlegen.



Abb. 114. Preßluft-Nietmaschine. Collet & Engelhard, Offenbach.

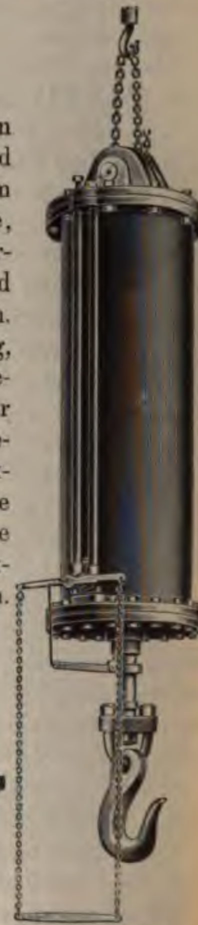




Abb. 115. Preßluft-Hammer zum Meißeln und Verstemmen. Collet & Engelhard, Offenbach.



Abb. 116. Preßluft-Bohrmaschine. Abb. 117. Preßluft-Hebezeug. Alfred H. Schütte, Köln.

Dagegen werden zu Bohrarbeiten besser Maschinen mit elektrischem Antrieb verwendet, da bei Druckluft die geradlinige Bewegung des Kolbens durch besondere Mechanismen in eine Drehbewegung umgesetzt werden muß, wodurch das Gewicht der Maschine erhöht wird.

Die Drucklufttransmission besteht aus dem Kompressor, der Druckluftleitung und den Druckluftwerkzeugen.

Der zur Erzeugung der Druckluft dienende Kompressor (Abb. 118) ist eine einzylindrige Luftsaug- und Druckpumpe, in welcher auf der einen Seite des Kolbens Luft durch die Saugleitung eingelassen und auf der entgegengesetzten Seite die Luft auf den gewünschten Druck verdichtet wird, worauf dieselbe in die Druckleitung eintritt. Bei mehr als 7 Atm. Überdruck wird die sogen. mehrstufige Kompression in zwei oder mehreren Zylindern bewirkt.

Da mit der Verdichtung der Luft eine starke Erwärmung

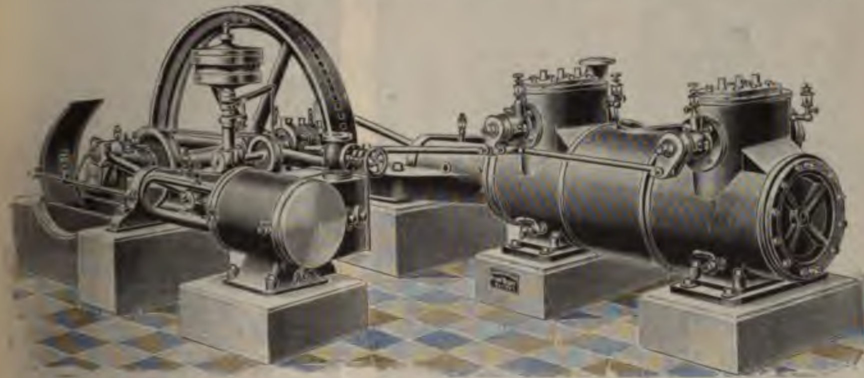


Abb. 118. Kompressor zur Erzeugung von Druckluft nebst Antriebsmaschine von Franz Beyer & Co., Erfurt.

derselben verbunden ist, so wird zu seinem Schutze und zur Verringerung der verlorenen Kompressionsarbeit der Zylinder gekühlt.

Der Kompressor wird bei kleinen Ausführungen durch die Transmission mittels Riemen oder Seilen und bei größeren Ausführungen durch eine besondere Kraftmaschine angetrieben. Er wird möglichst in der Mitte des Verbrauchsgebietes und so aufgestellt, daß das Kühlwasser leicht zu erreichen ist und erforderlichenfalls kurze Dampf- bzw. Gasleitungen sich ergeben.

Die Druckluftleitung, aus Röhren bestehend, wird meist unter der Decke oder an den Dachträgern befestigt und wenn sie der Außenluft ausgesetzt ist, so muß für gute Entwässerung gesorgt werden, damit sie im Winter nicht einfriert. Die Leitung wird daher mit Gefälle nach dem niedrigsten Punkte hin verlegt und die Ableitungen oben an die Hauptrohrleitung angeschlossen, um das Niederschlagswasser von den Nebenleitungen abzuhalten, auch wird hinter

dem Kompressor in die Hauptleitung ein an einem kühlen stehender Behälter eingeschaltet, dessen Austrittsöffnung vo Eintrittsöffnung möglichst weit entfernt ist, um die Feuchtigke der Druckluft von vornherein zu entfernen, und hinter dem Be manchmal noch ein **Wasserabscheider** angebracht. Zum I ausgleich wird gewöhnlich noch ein einem Dampfkessel gleich **Luftbehälter** eingeschaltet. Die **Auslaßöffnungen** der Rohrl werden durch Hähne oder Ventile abgeschlossen, an welche armierte **Gummischläuche** (Abb. 119 und 120) anschließen, d ihren Enden **Kuppelungen** tragen, mittels deren die Werkzeu die Leitung angeschl werden. Haben die Schl



Abb. 119. Anwendung des Preßluft-Hammers beim Meißeln.



Abb. 120. Anwendung der P Bohrmaschine.

Alfred H. Schütte, Köln a. Rh.

eine erhebliche Länge, wie bei Hebezeugen (Abb. 121), so werd von Ösen gehalten, die von der Decke herabhängen oder sic besonderen an der Decke befestigten Schienen oder Drahtseilen schieben lassen, um die Werkzeuge an den Ort ihrer Täti bringen zu können.

Die **Druckluftwerkzeuge** (Abb. 114 bis 117) arbeiten weder mit einem sich **selbst steuernden** Kolben, haben in di Falle einen kurzen Hub, machen 10000 bis 15000 Schläge in Minute und werden für Meißel- und Stemmarbeiten benutzt (Abb. oder sie sind mit einem besonderen **Steuerkolben** ausger haben dann einen langen Hub, machen nur 1500 bis 2000 Sc und werden hauptsächlich zum Nieten verwendet (Abb. 114).

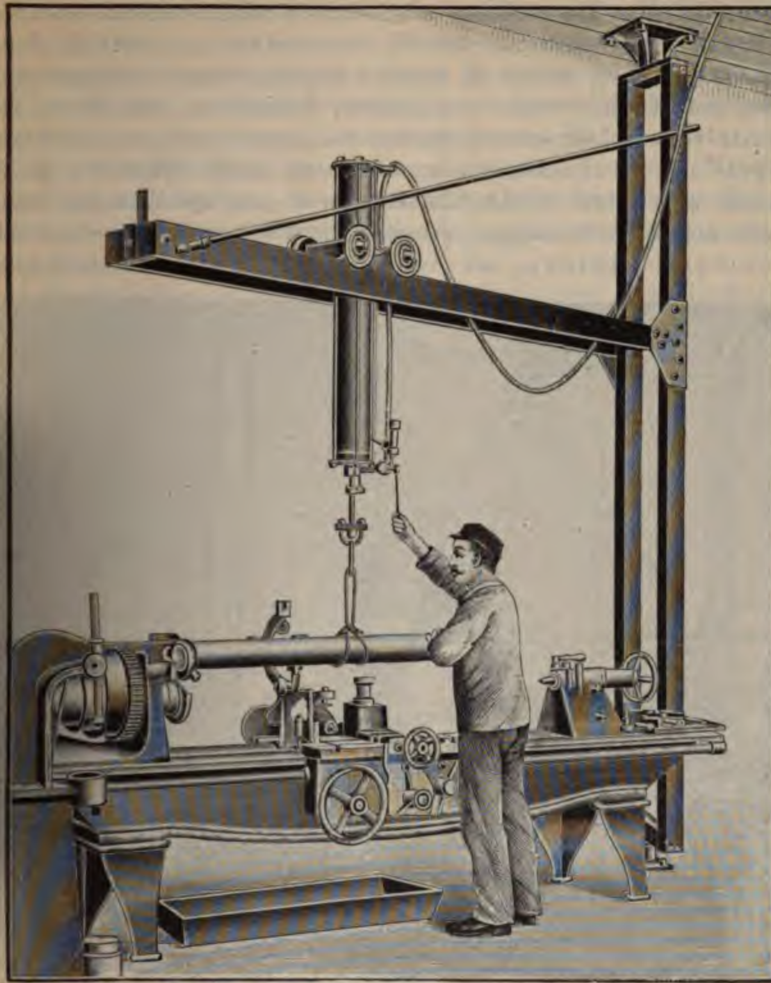


Abb. 121. Benutzung des Preßluft-Hebezeuges an der Drehbank.
de Fries & Cie., A.-G., Heerdt b. Düsseldorf.

IV. Die Wahl der Transmission

erfolgt mit Rücksicht auf geringe Anlage- und Betriebskosten.

Wie schon erwähnt, werden kleine Fabriken mit besonderer Kraftanlage, am besten mit einer mechanischen Transmission ausgerüstet, welche in der Anlage billig ist und bei der die bei großer Ausdehnung einer mechanischen Transmission auftretenden Übelstände nicht ins Gewicht fallen.

Spinnereien, Webereien und ähnliche Fabrikbetriebe, deren Arbeitsmaschinen dauernd im Gange sind und so aufgestellt werden

können, daß die Transmission sehr einfach wird, erhalten ebenfalls am besten eine mechanische Transmission mit Antrieb durch Hanfseile (Tafel 2), welche in einem besondern Schacht untergebracht werden und deshalb weder den Verkehr behindern, noch Staub und Schmutz verursachen, ebenso werden die ununterbrochen arbeitenden Haspel- und Spulmaschinen, wenn sie in der Nähe der Kraftmaschine angeordnet werden können, durch eine mechanische Transmission angetrieben; dagegen erhalten die Vorbereitungs- und Ablieferungsmaschinen, als Zettel- und Schlichtmaschinen



Abb. 122. Holzbearbeitungswerkstatt mit elektrischem Gruppenantrieb.

bzw. Leg-, Doublier- und Meßmaschinen, welche gewöhnlich der Kraftmaschine ferner liegen und mit größeren Pausen arbeiten, vorteilhaft elektrische Transmission und Antrieb durch Einzelmotoren.

Für Webstühle ist die elektrische Transmission und Einzelantrieb dann ins Auge zu fassen, wenn bei der Herstellung kostbarer Waren (seidene Bänder usw.) Staub und Schmutz abgehalten werden sollen, die sich bei mechanischer Transmission und Riemen nicht vermeiden lassen, der Wirkungsgrad aber weniger ins Gewicht fällt.

Maschinenfabriken erhalten am besten elektrische Transmission und vereinigten Einzel- und Gruppenantrieb. Die schweren und die mit großen Geschwindigkeiten arbeitenden Maschinen

(schwere Drehbänke, Bohr- und Hobelmaschinen bzw. Schleifscheiben, Bandsägen usw.) erhalten zum Antrieb Einzelmotoren, welche bei längeren Stillständen abgestellt werden, die kleineren Arbeitsmaschinen werden dagegen, zu Gruppen vereinigt, mit kurzer Wellentransmission versehen und diese von je einem gemeinschaftlichen Motor angetrieben; derselbe kann zwar beim Ausrücken einzelner Maschinen nicht abgestellt werden, die entstehenden Leerlaufverluste werden aber durch den besseren Wirkungsgrad des größeren Motors mehr als ausgeglichen.

Kesselschmieden, Eisenbauwerkstätten und Gießereien werden daneben vorteilhaft mit Drucklufttransmission zum Meißeln, Nieten, Verstemmen bzw. Gußputzen ausgerüstet.

Fabriken der Metallindustrie mit kleinen Arbeitsmaschinen und großer Ausdehnung erhalten der Natur der Sache nach reinen Gruppenantrieb.

Holzbearbeitungswerkstätten (Abb. 122) erhalten zweckmäßig elektrische Transmission mit Einzelantrieb der etwa vorhandenen schweren Maschinen. Der Feuergefährlichkeit der Betriebe wegen wird am besten Drehstrom verwendet, die Motoren erhalten vorteilhaft Kurzschlußanker. Dürfen diese nicht verwendet werden, so müssen gekapselte Motoren mit Schleifringanker zur Aufstellung gelangen.

Wäschereien und Appreturanstalten, deren Maschinen über einen weiten Raum verteilt sind, also weit verzweigte und lange Transmissionswellen verlangen würden, werden mit vereinigtem Gruppen- und Einzelantrieb versehen unter Verwendung von Drehstrom wegen des Betriebes in den feuchten Räumen.

Für Hüttenwerke ist zum Betriebe der Transportvorrichtungen (Hebewerke, Aufzüge, Schiebebühnen, Laufkatzen, Werkstattlokomotiven), die über einen weiten Raum verteilt sind, wegen der Bequemlichkeit der Energiezuführung die elektrische Transmission die bei weitem vorteilhafteste. Die Maschinen erhalten selbstverständlich ihren Antrieb durch Einzelmotoren; neuerdings wird auch der elektrische Antrieb der Walzenstraßen immer mehr durchgeführt.

F. Die Transporteinrichtungen.

Gleisanlagen, Wagen, Krane, Aufzüge.

Für den wirtschaftlichen Betrieb eines Werkes und den Wettbewerb ist ein bequemer Anschluß an das Verkehrsnetz von hohem Vorteil, um Rohstoffe, Halbfabrikate und Verbrauchsstoffe rasch, bequem und billig in das Werk und die fertige Ware aus demselben in den Verkehr bringen zu können.

Erfolgt die Zu- und Abfuhr meist in Wagenladungen durch die Eisenbahn, so ist zur Vermeidung des Umladens das Werk durch Anschlußgleise mit der Bahn in unmittelbare Verbindung zu bringen.

Bei großen Werken wird, wenn Lage und Anordnung derselben günstig sind und die nötige Grundfläche zur Verfügung steht, An- und Abfuhr am besten voneinander getrennt, so daß die Roh- und Verbrauchsstoffe (Erze, Eisen, Stahl, Kohlen) an dem einen Ende in das Werk eintreten und die Fertigfabrikate an dem anderen Ende



Abb. 123. Unversenkte Schiebebühne mit elektrischem Antrieb der Elektr.-Akt.-Ges. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankf. a. M.

das Werk verlassen. Werke dieser Art werden demnach durch ein Eingangs- und ein Ausgangsgleis mittels Weichen an das Bahnnetz angeschlossen, auch Gleise in der erforderlichen Zahl und Größe zur Aufstellung von Wagen vorgesehen.

Um den Querverkehr zwischen diesen Gleisen durch Weichen und Drehscheiben und somit durch Hin- und Herfahren zu umgehen, werden mit Vorteil Schiebebühnen (Abb. 123) verwendet, welche gestatten, jeden Wagen auf jedes Gleis und damit in jedes Gebäude zu bringen. Um eine Unterbrechung der Gleise zu vermeiden, werden diese Schiebebühnen unversenkt angeordnet und zur Ersparung von

rbeitslohn und Erzielung größerer Arbeitsgeschwindigkeit mit elek-ischem Antrieb versehen (Abb. 124), zum Heranholen der Wagen ıch mit elektrischen Windewerken ausgerüstet, so daß das Versetzen er Wagen mit großer Sicherheit und ziemlicher Schnelligkeit vor ch geht.

Bei den meisten Werken ist infolge örtlicher Verhältnisse in-

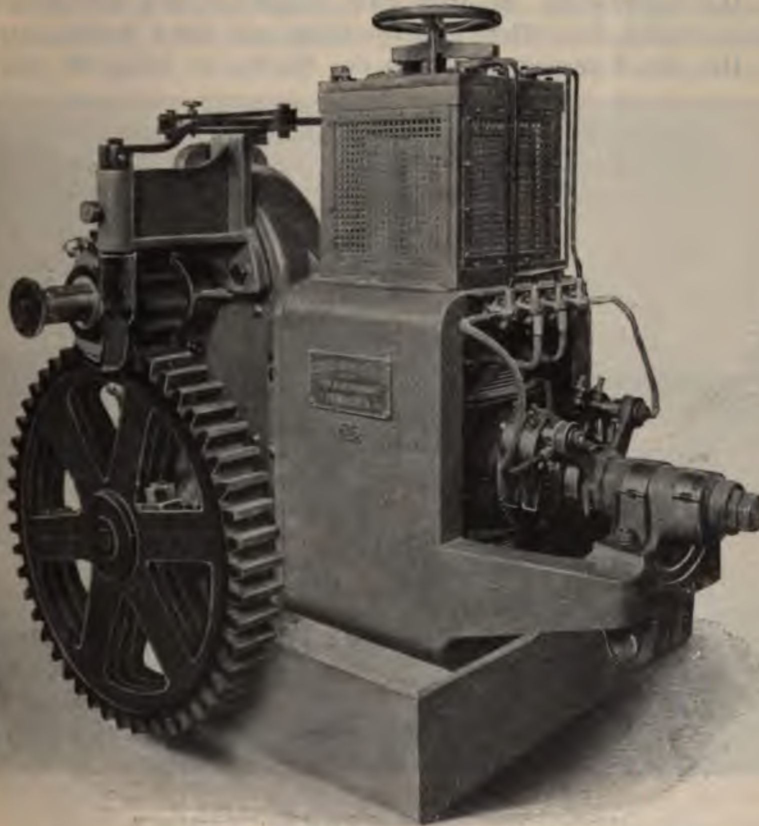


Abb. 124. Elektrischer Antrieb einer Schiebebühne (Gleichstrom) der Elektr.-Akt.-Ges. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankf. a. M.

lessen eine Trennung der An- und Abfuhr nicht möglich und es muß daher die Ware die Anlage in derselben Richtung verlassen, in der Roh- und Verbrauchsstoffe hineinbefördert werden. Damit hierbei das Ausfahren der Ware nicht durch das Einfahren der Rohstoffe gehindert wird, sind Aufstellgleise für eine genügende Zahl von Wagen anzulegen.

Werke mittleren Umfangs, welche wenige Wagenladungen erhalten und abschicken, und solche, deren Rohstoffe und Waren leicht

sind und verhältnismäßig wenig Raum einnehmen, werden am einfachsten durch ein Anschlußgleis mit der Bahn verbunden, welches das Hauptgleis derselben unter einem rechten oder annähernd rechten Winkel schneidet und in das Hauptgebäude des Werkes führt; beide Gleise werden dann durch eine Drehscheibe (Abb. 125) miteinander verbunden, welche durch Menschenkraft in Bewegung gesetzt wird.

Die Beförderung ist dann zwar langsamer und umständlicher, aber es werden Grundfläche und Gleislänge und damit Kosten gespart.

Um den Transport innerhalb des Werkes so billig als möglich

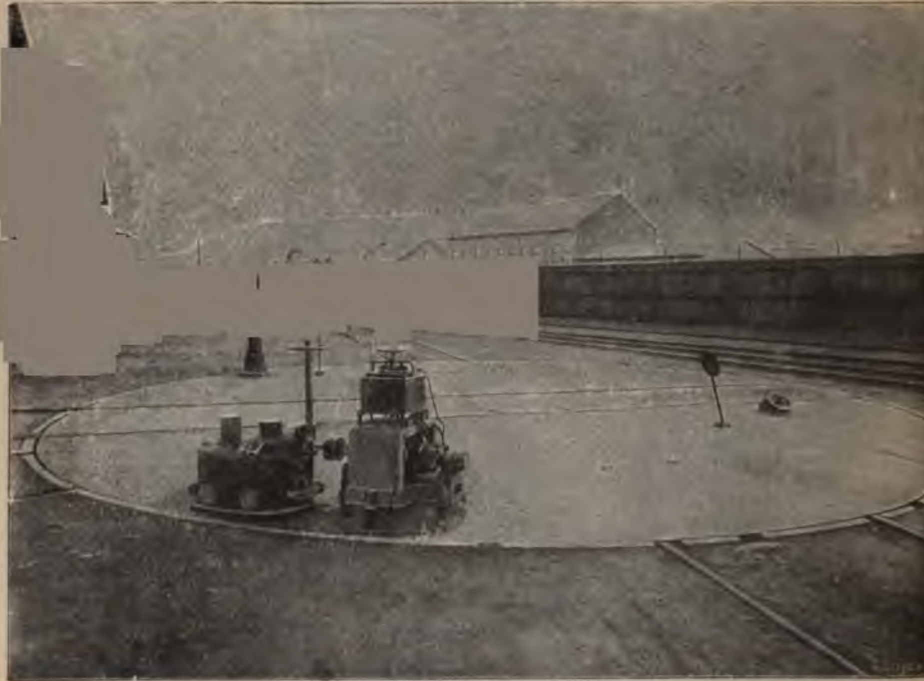


Abb. 125. Drehscheibe mit elektrischem Antrieb und Handantrieb als Rückhalt.
Elektr.-Akt.-Ges. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankf. a. M.

zu gestalten, kommen je nach den Verhältnissen Wagen, Laufkrane und Aufzüge zur Verwendung.

Sind regelmäßig kleinere Lasten, Rohstoffe bzw. Halbfabrikate oder fertige Waren zu bzw. von den Arbeitsmaschinen zu befördern, so werden sowohl in den betr. Arbeitssälen, als auch, wenn erforderlich, zwischen den einzelnen Betriebsabteilungen und bzw. dem Rohstofflager und Magazin Schmalspurgleise mit einer Spurweite von 500 bis 800 mm angelegt, auf welchen einfache, ihren Zwecken angepaßte Rollwagen von entsprechender Tragfähigkeit laufen. Für die meisten Fälle ist eine Spurweite von 700 mm zweckmäßig, welche

dann für alle Abteilungen, selbst wenn dieselben nicht miteinander zu verkehren haben, beibehalten wird, da Fälle eintreten können, daß eine Abteilung der anderen mit Wagen aushelfen muß.

Zur Vermittlung eines Querverkehrs dienen dann kleine, einfache, am besten auf Kugeln laufende Drehscheiben aus Guß- oder Schmiedeeisen mit aufgenieteten Vierkanteisen als Schienen. Für die Gleise werden am besten leichte Schienen, nicht Winkel-, Fach- oder Quadrateisen verwendet, welche zum Schutz gegen Unfälle so versenkt werden, daß die Oberkante derselben in der Höhe des Fußbodens liegt; letzterer wird dann zwischen den Schienen bis auf die Spurkranzrillen glatt ausgefüllt. Eine Wölbung des Bodens zwischen den Schienen, so daß der mittlere Teil wieder in gleicher Höhe mit dem Fußboden kommt, ist weniger zweckmäßig. Bei Gleisen, welche in



Abb. 126. Elektrischer Drei-Motoren-Laufkran für Gleichstrom von C. Herrm. Findeisen, Chemnitz-Gablenz.

Zementestrich liegen, ist die Anbringung einer Zwangschiene nötig, welche das Abbröckeln der Kanten verhindert.

Da durch ein Gleis im Innern der Gebäude immer ein Streifen von 1,5 bis 2 m für die Aufstellung von Maschinen, Aufstapelung von Werkstoffen oder die sonstige Benutzung des Fußbodens verloren geht, auch wenn Maschinen von sehr verschiedener Breite in demselben Raume aufgestellt werden müssen, ein durchgehendes Gleis unmöglich ist, so legt man besonders dann, wenn häufig schwere Lasten zu fördern sind, wie in Maschinenfabriken, Gießereien, Montierhallen, schnell fahrende Laufkrane (Abb. 126) an, welche in Stockwerkshöhe laufen und die Last mittels Kette oder Seil und Haken heben und fortschaffen.

Die Laufkrane bieten außer dem Platzgewinn dem Gleise gegenüber den Vorteil, daß eine Last, einmal an den Haken gehängt, sofort auf die einzelnen Arbeitsmaschinen abgeladen werden kann, auch sind

sie sehr wertvolle Hilfsmittel in Gießereien zum Heben und Transportieren von Formkästen und Gießpfannen und unentbehrlich bei der Zusammenstellung schwerer Maschinen.

Der Antrieb der Laufkrane geschieht der Leichtigkeit und Bequemlichkeit der Energiezuführung wegen fast nur noch elektrisch.

Die Krane werden als Dreimotorenkrane (Abb. 126) gebaut; jede der drei Lastbewegungen wird durch einen besonderen umsteuerbaren Motor ausgeführt, die unabhängig voneinander arbeiten und Wendegetriebe entbehrlich machen.

Ist die Stromart nicht vorgeschrieben oder durch andere Rücksichten bedingt, so wird Gleichstrom gewählt und der Antrieb durch Hauptstrommotoren bewirkt, die kleinere Lasten selbsttätig schneller heben und fahren. Der Strom für die Motoren wird mittels federnden Kontaktrollen zwei blanken Kupferdrähten entnommen, die an das Stromnetz anschließen. Die Umsteuerung der Motoren

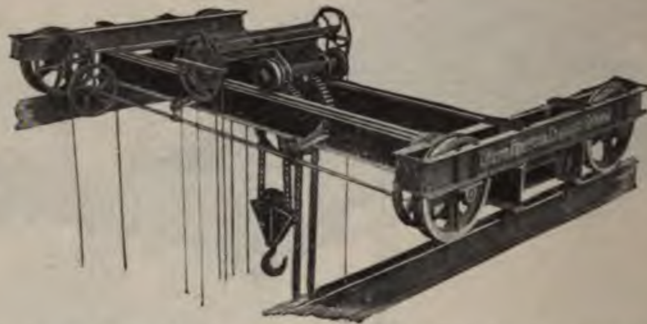


Abb. 127. Laufkran mit Handbetrieb von C. Herrm. Findeisen, Chemnitz-Gablenz.

geschieht durch Steuerwalzen (Kontroller), die in dem seitlich unterhalb der Bühne angeordneten Fahrkorb angebracht sind (Abb. 126).

Anlaß- und Regulierwiderstände sind getrennt von den Kontrollern im Fahrkorb aufgestellt, von denen aus der Strom den Motoren auf der Laufwinde durch Kupferdrähte und Schleifkontakte und dem Kranfahrmotor durch eine einfache Hin- und Rückleitung zugeführt wird.

Zum Festhalten und zur Regelung der Senkgeschwindigkeit der Last dienen mechanische Bremsen, zum Anhalten beim Fahren elektrisch-mechanische oder sog. elektromagnetische Lüftungsbremsen, doch findet elektrische Bremsung mehr und mehr für alle drei Zwecke Verwendung.

Die Bedienung der Krane erfolgt wegen der besseren Übersicht am besten durch einen Wärter im Fahrkorbe. Die Bedienung von unten, bei der die Motoren durch herabhängende Seile und Ketten angelassen werden müssen, hindert den Wärter seine volle Aufmerk-

samkeit auf die Last zu richten, da er sich mit der Laufbrücke bewegen und daher auch auf seinen Weg achten muß.

Steht Drehstrom zur Verfügung, so kann auch dieser selbstverständlich zum Kranbetrieb benutzt werden. Handbetrieb der Laufkrane (Abb. 127) ist nur in kleinen Anlagen verwendbar.

Ist die Fabrikanlage mehrstöckig oder enthält sie Kellerräume oder Galerien, so müssen diese unter sich und mit dem Erdgeschoß durch leistungsfähige Aufzüge in möglichst bequeme Verbindung gebracht werden, in welchem Falle Stockwerke und Galerien fast ebenso gut sind, wie das Erdgeschoß.

Aufzüge fördern die Lasten auf Bühnen, sog. Fahrkörben (Abb. 128 bis 130), welche bequem beladen werden können und zwischen senkrechten Führungen gehoben und gesenkt werden; sie sind wegen der mit ihrem Betriebe verbundenen Gefahren in ihrer Anlage gewissen bau- und sicherheitspolizeilichen Vorschriften unterworfen und dürfen nach ihrer Fertigstellung nicht ohne besondere behördliche Erlaubnis in Betrieb genommen werden.



Abb. 128. Fahrkorb mit Fangvorrichtung für Lastenaufzüge von C. Herrm. Findeisen, Chemnitz-Gablenz.

Mit Rücksicht auf eine bequeme An- und Abfuhr werden die Aufzüge am besten in der Nähe der Zufuhrwege bzw. Bahngleise an den Frontmauern errichtet, was sich auch aus Gründen der Feuersicherheit empfiehlt. Sehr beliebt und ebenfalls feuersicher ist auch die Aufstellung der Aufzüge in massiven Treppenhäusern, weil sie die vorteilhafte Ausnutzung eines sonst nutzlosen Raumes gestattet dieselben auch gut beleuchtet sind. In beiden Fällen kann das Schachtgerüst, das zur Befestigung der senkrechten Führungen für den Fahrkorb und zur Unterstützung der erforderlichen Rollenträger der Aufzugmaschine dient, frei aufgestellt werden, doch muß dasselbe so verkleidet werden, daß weder Menschen in den Fahrschacht hineinfallen, noch sich hineinbeugen, noch in die Fahrbahn hineingreifen

können; übrigens empfiehlt es sich bei Aufzügen an der Außenfront den Fahrschacht zum Schutz der Lasten gegen die Witterung durch Mauerwerk oder Bretterbekleidung vollständig abzuschließen, mindestens sind aber die Rollen der Aufzugmaschine durch eine Bedachung gegen die Witterungseinflüsse zu schützen (Abb. 129).



Abb. 129. Außenliegender Lastenaufzug mit Führerbegleitung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Wird Wert auf möglichst kurze Transportwege im Innern des Gebäudes gelegt, so müssen die Arbeitsräume durch Aufzüge im Innern derselben (Abb. 130) in unmittelbare Verbindung gebracht werden, deren Schächte dann aber, sofern sie mehr als zwei Stockwerke verbinden, feuersicher ummantelt und oben feuersicher abgedeckt werden müssen, wenn nicht vorgezogen wird, dieselben über Dach zu führen, in welchem Falle sie oben mit Glas abgedeckt werden dürfen, unter welcher Abdeckung dann Lüftungsvorrichtungen und zum Schutz gegen herabfallende Glassplitter Drahtgitter anzubringen sind. Ebenso müssen die Schachttüren feuersicher und dichtschließend ausgeführt werden.

Die **Aufzugmaschinen** werden fast ausnahmslos mittelbar wirkend ausgeführt und die Verbindung mit dem Fahrkorb durch Seile, Ketten oder Gurte bewirkt. Meist werden zu diesem Zwecke runde Stahldrahtseile verwendet, die sich durch große Festigkeit und Biegsamkeit auszeichnen und deren Stärke leicht so bemessen werden kann, daß sie die Last mit vielfacher Sicherheit tragen.

Der **Antrieb** der Aufzugmaschine kann durch **Druckwasser**, eine **Transmission** oder **elektrische Energie** erfolgen.



Abb. 130. Innenliegender Lastenaufzug für 1500 kg Tragfähigkeit mit Transmissions-Antrieb der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Dessau.

Steht **Druckwasser** von genügender Pressung zur Verfügung, das vielleicht schon zu anderen Zwecken verwendet wird, so läßt sich dieses seiner bequemen und billigen Zuleitung und seines billigen Betriebes wegen vorteilhaft für den Aufzugbetrieb benutzen.

Der **Treibkolben** des Wasserdruckzylinders der Aufzugmaschine (Abb. 131) wird dann am zweckmäßigsten mittels Rollen und Seilen nach Art der Flaschenzüge mit dem Fahrkorb verbunden, in welchem Falle dann die Maschine je nach Erfordernis stehend oder liegend, innerhalb oder außerhalb des Fahrschachtes angeordnet, auch die Hubhöhe beliebig übersetzt werden kann, so daß eine große Ge-

schwindigkeit des Fahrkorbes erreichbar ist. Die Steuerung erfolgt mittels Schieber.

Unmittelbar wirkende Wasserdruckaufzüge sind wegen der Schwierigkeit des Senkens der Brunnen zur Aufnahme des Treibzylinders fast ganz außer Gebrauch gekommen.

Ist eine Transmission in der Nähe des Aufzuges vorhanden und wird diese zum Betriebe benutzt, so werden als Aufzugmaschinen meist Trommelwinden mit Zahnrad- oder Schneckenvorgelege benutzt, welche auf dem Fußboden oder unter der Decke befestigt werden können (Abb. 130) und mittels offenen und gekreuzten Riemens gesteuert werden.

Besonders vorteilhaft ist aber der elektrische Antrieb (Abb. 132 und 133) der Aufzugmaschinen wegen seiner Unabhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen und wegen des zuverlässigen und



Abb. 131. Liegende Druckwasser-Aufzugmaschine für mittelbaren Antrieb von C. Herrm. Findeisen, Chemnitz-Gablenz.

billigen Betriebes; derselbe erfolgt durch einen umsteuerbaren Elektromotor, der, mit der Aufzugmaschine zusammengebaut, nur wenig Platz einnimmt, so daß dieselbe nötigenfalls im Keller oder über dem Fahrschacht aufgestellt werden kann. Die Steuerung erfolgt durch einen Umkehr-Anlaßwiderstand.

Aufzüge mit mittelbarem elektrischen Antriebe, fälschlich auch elektrische Aufzüge genannt, werden durch einen Elektromotor mittelbar durch Riemenübertragung angetrieben; derselbe wird beim Stillstand des Aufzuges nicht selbsttätig abgestellt, muß auch beim Ingangsetzen des Aufzuges durch einen Einschalter erst angelassen werden, ehe die Aufzugmaschine eingerückt werden kann. Solche Aufzüge sind zwar billiger, aber auch weniger vollkommen als eigentliche elektrische Aufzüge.

Zur Betätigung der Aufzüge von jedem Stockwerke aus dienen Steuerseile oder Steuerstangen, welche es ermöglichen, die Aufzug-

maschine stillzusetzen oder sie für das Heben und Senken in entsprechende Bewegung zu setzen. Neuerdings werden auch vielfach elektrische Steuervorrichtungen verwendet, bei welchen ein elektrischer Strom die Aufzugmaschine in entsprechender Weise betätigt.

Um die Leistung der Aufzugmaschine auf den Auf- und Niedergang zu verteilen, um also bei Transmissionsaufzügen schmalere Riemen, welche sich besser steuern lassen, und bei elektrischen Aufzügen schwächere Motoren verwenden zu können, wird entweder das Gewicht des Fahrkorbes oder daneben noch ein Teil der Nutzlast durch Gegengewichte ausgeglichen, die unter Vermittlung der erforderlichen Rollen und Seile entweder an die Windentrommel oder teils an diese und teils an den Fahrkorb gehängt werden und sich deshalb dem Fahrkorb entgegengesetzt bewegen.



Abb. 132. Elektrische Schneckenradwinde für Lastenaufzüge mit Führerbegleitung von C. Herrm. Findeisen, Chemnitz-Gablenz.

Wird nur das Fahrkorbgewicht ausgeglichen, so wird das Gegengewicht am besten an den Fahrkorb gehängt, so daß es beim Reißen des Seiles den Sturz des Fahrkorbes verlangsamt. Soll der Fahrkorb selbsttätig niedergehen, so darf nur ein Teil seines Gewichtes ausgeglichen werden.



Abb. 133. Elektrische Stirnradwinde für Lastenaufzüge von C. Herrm. Findeisen, Chemnitz-Gablenz.

G. Die Vorrichtungen zur Verhütung von Unfällen

haben die Aufgabe, die Arbeiter soviel als möglich vor den Gefahren ihrer Berufstätigkeit zu schützen, und die Gewerbeordnung (§ 120[a]) verpflichtet die Gewerbeunternehmer, ihre Betriebe so unfallsicher zu gestalten, wie es technisch und wirtschaftlich möglich ist.

Die Befugnis zum Erlaß von Schutzvorschriften ist dem Bundesrat und den zuständigen Polizeibehörden beigelegt, ebenso sind aber auch die Berufsgenossenschaften, welche bei Betriebsunfällen verpflichtet sind, dem Verletzten oder dessen Hinterbliebenen nach Maßgabe der gesetzlichen Vorschriften Schadenersatz zu leisten, berechtigt, Unfallverhütungsvorschriften zu erlassen und außerdem hat der Unternehmer selbst zu prüfen, welche Schutzmaßregeln außer den polizeilich und genossenschaftlich verlangten insbesondere in seinem Betriebe erforderlich und ausführbar sind, wenn er sich vor Schaden behüten will.

Die Aufsicht über die Durchführung des Arbeiterschutzes ist durch Gesetz den staatlichen Gewerbeaufsichtsbeamten übertragen, neben welchen die technischen Aufsichtsbeamten der Berufsgenossenschaften die Befolgung der von diesen erlassenen Unfallverhütungsvorschriften überwachen.

Man kann die Unfallverhütungs-Vorrichtungen unterscheiden in solche an Kraftanlagen, an Transmissionen und an Arbeitsmaschinen.

Eingehende Bestimmungen über Schutzvorrichtungen an Dampfkesseln und Dampfapparaten sind in Verordnungen des Reiches und der Einzelstaaten niedergelegt, über Schutzvorrichtungen an Aufzügen bestehen polizeiliche Bestimmungen der Einzelstaaten, Bestimmungen über Schutzvorrichtungen an Maschinen sind meist durch die Berufsgenossenschaften gegeben.

Unfallverhütungsvorrichtungen an Kraftanlagen.

Da der Betrieb eines Dampfkessels eine große Gefahr für die Umgebung bilden kann, so sind in fast allen Kulturländern gesetzliche Bestimmungen und Verordnungen der zuständigen Behörden erlassen, nach denen die sachgemäße Ausführung, Ausrüstung, Aufstellung und Bedienung zu erfolgen hat und welche für das Deutsche Reich in der Hauptsache in der „Bekanntmachung des Reichskanzlers betr. allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln vom 5. August 1890“ niedergelegt sind.

Außer den in dieser Bekanntmachung vorgeschriebenen Einrichtungen sind aber weiter noch solche zu treffen, welche die Arbeits-

bedingungen des Kesselheizers möglichst günstig gestalten und ihn vor Gefahren möglichst schützen.

Zur bequemen Bedienung wird eine der beiden Speisevorrichtungen in der Nähe des Heizerstandes angeordnet, ferner Rauchschieber, hochliegende Wasserstände und auf dem Kessel liegende Ventile so eingerichtet, daß sie vom Heizerstande aus bedient werden können, was durch Kettenzug bzw. Schnur- oder Stangenzug bzw. Kegelräder und Wellen mit Handrad geschehen kann, auch können die Dampf- und Speiseleitungen in der Nähe des Heizerstandes vorbeigeführt werden, so daß die Ventile unmittelbar zugänglich sind. Wasserstandsgläser, sofern nicht ihre Bauart ein Zerspringen ausschließt (Ochwadt, Klinger), sind mit Schutzhülsen gegen umherfliegende Glassplitter und ausströmenden Dampf und Wasser zu versehen, welche die Erkennung des Wasserstandes nicht

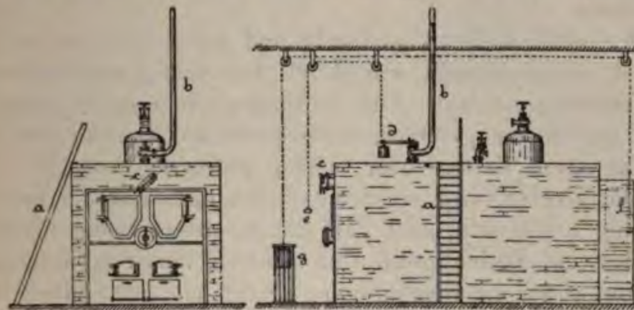


Abb. 134. Kesselanlage mit Sicherheitseinrichtungen. Heidepriem, Unfallverhütung im Dampfkesselbetriebe.
a = Leiter. b = Ausblaserohr. c = Wasserstand. e = Kette zum Lüften des Sicherheitsventiles d. g = Führung für das Gegengewicht des Rauchschiebers f.

wesentlich erschweren und das Wasserstandsglas auch gegen Beschädigungen von außen schützen. Als solche Schutzhülsen haben sich Hülsen aus Drahtglas und metallene Hülsen mit Spiegelablesung bewährt. Vorteilhaft sind auch Wasserstandsköpfe mit Ventilen, welche beim Bruch des Glasrohres die zum Kessel führenden Rohrkanäle selbsttätig abschließen. (Abb. 134.)

Zur gefahrlosen Bedienung hochgelegener Ausrüstungsgegenstände (Wasserstände, Manometer) sind feste Tritte, Treppen oder Bühnen anzulegen.

In die Dampfrohrleitung von Kesseln mit hohem Dampfdruck oder großer Heizfläche, bei denen die Gefahr bei einem Bruch der Rohrleitung besonders groß ist, wird unmittelbar hinter dem Absperrventil zweckmäßig ein Rohrbruchventil eingeschaltet, welches die Rohrleitung bei einem Bruch selbsttätig abschließt.

Der obere Rand des Mauerwerkes hochgebauter Wasserröhren- oder Doppelkessel muß zum Schutze gegen Abstürzen mit einem ein-

fachen Geländer versehen werden, welches leicht abgenommen werden kann. Der Aufgang wird am besten durch eine Treppe mit Geländer bewirkt, und wenn eine Leiter benutzt wird, muß diese gegen Abrutschen gesichert werden.

Endlich sind noch Apparate (Indikatoren) zweckmäßig, welche die Höhe des Dampfdruckes fortwährend selbsttätig aufzeichnen, sowie Signalapparate, welche das Überschreiten des höchsten zulässigen Dampfdruckes, das Sinken des Wasserstandes unter die zulässig tiefste Marke und das Erglühen der Kesselbleche im Kesselhause oder nach anderen Stellen mitteilen.

Freistehende Kessel ohne Einmauerung sind zum Schutze gegen Wärmeausstrahlung, welche die Bedienung sehr erschwert, zu ummanteln und, sofern sie in Arbeitsräumen sind, so zu umkleiden bzw. abzuschließen, daß sie von unberufener Seite nicht erreicht werden können.

Das Kesselhaus muß geräumig und gut beleuchtet sein, auch gut gelüftet werden können, was durch Aufsetzung von Luftschächten und Dachreitern geschieht. Die Lüftungseinrichtungen müssen vom Fußboden aus sicher geöffnet, festgestellt und geschlossen werden können, was durch Ketten- oder Seilzug geschehen kann.

Vor der Errichtung einer Kesselanlage muß die behördliche Genehmigung erteilt sein, auch darf die Inbetriebsetzung nicht früher erfolgen, bis die Besichtigung durch einen Sachverständigen stattgefunden und dieser die Genehmigung erteilt hat, und endlich muß die Anlage in regelmäßigen Zeiträumen außen, innen und durch Wasserdruck geprüft werden, damit etwaige Fehler frühzeitig erkannt und Unfälle vermieden werden. Anweisung des Ministers für Handel und Gewerbe betr. die Genehmigung und Untersuchung der Dampfkessel vom 9. März 1900.

Kraftgasanlagen bedürfen z. Z. einer Genehmigung zur Aufstellung nicht. Das Kraftgas ist indessen wegen seines hohen Kohlenoxydgehaltes sehr giftig, und besonders während der Zeit des Anheizens und in den Betriebspausen, wenn der Gasverbrauch plötzlich unterbrochen wird, ist Gefahr vorhanden, daß Gase austreten, weshalb zu empfehlen ist, die Gaserzeugungsanlage in besonders hohen Räumen aufzustellen, welche reichlich und derart zu lüften sind, z. B. durch Dachreiter, daß sich Gase nicht ansammeln können. Die Schornsteine und Rauchrohre sind ferner genügend weit und bis über die Firste der Nachbargebäude reichend anzulegen, damit die beim Anheizen und bei Stillständen entstehenden Gase die Nachbarschaft nicht belästigen. Endlich sind die Apparate so einzurichten, daß explosive Gemische in ihnen sich nicht bilden können, und Einrichtungen vorzusehen, welche die Bedienung gegen übermäßige Hitze und Staub während des Ausschlackens der Feuerung schützen.



Abb. 135. Schutzvorrichtungen und Andrehvorrichtung an einer Dampfmaschine. Hartmann, Unfallverhütung.

Die **Wärmekraftmaschinen** müssen mit Bezug auf die Unfallverhütung so gebaut sein, daß der Maschinenwärter die einzelnen Maschinenteile nachziehen, schmieren und ihren Gang beobachten

kann, ohne der Gefahr ausgesetzt zu sein, von einem der beweglichen Teile erfaßt zu werden (Abb. 135).

Die Kurbeln und deren Stangen sind daher mit Schutzgeländern zu umgeben, die aus den Zylindern tretenden hinteren Kolbenstangen liegender Dampfmaschinen entweder mit einem Schutzgeländer zu umgeben oder in hinreichend langen Schutzröhren zu führen, die an den Stopfbüchsen befestigt werden. Die Regler sind mit Schutzkörben oder Schutzglocken zu umgeben. Im Verkehrsbereiche liegende Riemen- oder Seilläufe sind durch Handleisten von nicht unter 1 m Höhe zu umwehren, erforderlichenfalls auch durch ein Schutzgeflecht zu bedecken, welches als Fangvorrichtung beim Reißen der Riemen und Seile dient, die Riemen- und Seilscheiben entsprechend zu verschalen oder zu vergittern und deren Keile zu decken. Ebenso müssen Schwungräder durch Handleisten oder Drahtgeflecht abgesperrt und, wenn nötig, die Schwungradgrube mit einer Fußleiste versehen werden.

Um größere einzylindrige Dampf- und Gaskraftmaschinen gefahrlos in Gang setzen zu können, sind die Schwungräder bzw. Wellen derselben mit Andrehvorrichtungen auszurüsten.

Selbstverständlich sind auch Treppen und Plattformen stehender Maschinen mit Schutzgeländern zu versehen und, um die trotz aller Schutzvorrichtungen häufigen Unfälle beim Ölen der Maschinenteile während des Betriebes zu verhüten, Kurbelzapfen, Kreuzköpfe, Hauptlager, Gleitbalken und Lineale, sowie die Stopfbüchsen mit selbsttätigen Schmiervorrichtungen auszustatten.

Damit im Ruhezustande der Maschine an dieser oder der Transmission beschäftigte Arbeiter durch ein unbeabsichtigtes plötzliches Ingangkommen nicht gefährdet werden, wird das Schwungrad häufig mit einer Bremse versehen, welche dasselbe während des Stillstandes feststellt.

Die Kraftmaschine ist, wenn möglich, in einem besonderen, möglichst großen und hellen Raume aufzustellen und der Fußboden, wenigstens um die Maschine herum, mit Kokosmatten zu belegen, die ein Ausgleiten und Stürzen möglichst verhindern. Die Fundamente sollen möglichst wenig hervortreten, um ein Stolpern darüber zu vermeiden, Treppenschächte zum Rohrkeller sind mit Fußleisten, die Treppen selbst mit Handleisten zu versehen, Handräder, Vierkante und dergl. unter dem Fußboden anzubringen.

Sind Kraftmaschinen in Arbeitsräumen aufgestellt, so müssen sie durch ein festes Geländer von der Umgebung abgeschlossen werden.

Der Maschinenraum ebenso wie der Kesselraum dürfen von Unberufenen nicht betreten werden, was durch Anschlag bekannt zu machen ist.

Die Räume, in denen Wasserkraftmaschinen aufgestellt werden, müssen genügend beleuchtet sein, Gruben und sonstige ge-

fährliche Stellen sind mit Einfriedigungen und Fußleisten, die Zu- und Ablaufkanäle an den Stellen, wo Personen verkehren, sowie die zur Handhabung der Schützen dienenden Laufbrücken mit Geländern zu umwehren. Die stehenden Turbinenwellen und Rädergetriebe müssen mit schützenden Einfriedigungen versehen und die Schützen stets in gutem Zustande gehalten werden, damit nicht durch Rinnen derselben die Kraftmaschine unversehens in Gang kommt.

Schutzvorrichtungen an Transmissionen.

Mit Rücksicht auf die Unfallverhütung müssen die mechanischen Transmissionen so eingerichtet werden, daß von den in Bewegung befindlichen Teilen ein Ergreifen von Kleidungsstücken oder Körperteilen (Finger, Hände, Füße) möglichst ausgeschlossen und ein Herumfliegen losgerissener oder abspringender Teile unmöglich wird.

An der Wand, an Säulen oder an der Decke gelagerte Wellenleitungen werden deshalb so hoch gelegt, daß ihre tiefsten Punkte (Unterkante der größten Scheiben oder Räder) mindestens 2 m über dem Fußboden und daher aus dem Verkehrsbereiche der beteiligten Personen liegen. Kommt dabei die Welle mehr als 4 m über den Fußboden zu liegen, so werden zur bequemen Bedienung neben den Wellenleitungen am besten einfache Laufbretter, mit Geländer versehen, an der Decke aufgehängt. Ist die erwähnte Höhenlage aus irgend einem Grunde nicht wünschenswert oder unmöglich, so müssen alle in das Verkehrsbereich ragenden Teile mit Schutzvorrichtungen versehen werden.

Räder werden in diesem Falle mit gehörig befestigten Kasten entsprechender Form bedeckt, welche zum Wegnehmen eingerichtet sind, auch sind Umwehrungen in Gitterform oder aus Drahtgeflecht zweckmäßig, welche eine Besichtigung der Räder ohne Wegnahme gestatten.

Wagerechte oder schräg laufende Riementriebe, welche nicht mindestens 1,8 m über dem Fußboden liegen, werden durch Verschläge, Schutzgitter und dergl. umwehrt, ebenso stehende Wellen und etwaige senkrechte Riemen- oder Seiltriebe bis zu dieser Höhe, wenn nicht die betr. Transmissionsabteilung gegen den Verkehr der Arbeiter abgeschlossen ist. Zum Schutz gegen Beschädigungen durch die beim Reißen herabfallenden Enden erhalten auch zwar außer dem Verkehrsbereiche, aber mit großer Geschwindigkeit über einer Verkehrsstelle laufende oder schwere Riemen Fangvorrichtungen in Form von Brettern, Netzen oder Bügeln.

Auf dem Boden gelagerte oder sonstige im Bereich der Arbeiter liegende Wellen werden am besten durch feststehende, auf Stützen

ruhende oder an der Decke aufgehängte Mulden an der Mitnahme von Kleidungsstücken und dergl. gehindert.

Zur Verhütung der häufigen Unfälle, welche bei Arbeiten an Transmissionen, sei es beim Schmieren, Reinigen oder Riemenauflegen, vorkommen, müssen alle vorstehenden Teile, welche eine Mitnahme um die Welle bewirken können, wie Keilnasen, Schraubenköpfe usw. durch glatte Umhüllungen verdeckt oder durch eine geeignete Bauart der Triebwerksteile vermieden werden.

Die zur Schonung bei längeren Stillständen von den Scheiben abgeworfenen Riemen müssen an festen Riementrägern aufgehängt werden, um ein etwaiges Mitreißen durch die Welle zu verhüten, was für in der Nähe befindliche Personen gefährlich werden kann. Am sichersten ist es, wenn die abgeworfenen Teile von der Welle entfernt werden können.



Abb. 136. Baudouinscher Riemenaufleger. Hartmann, Unfallverhütung.

Nur langsam laufende und schmale Riemen können während des Ganges von Hand aufgelegt werden, Riemen von über 10 m Geschwindigkeit und solche über 30 mm Breite dürfen dagegen während des Ganges nur mittels Riemenaufleger (Abb. 136) auf die Scheiben aufgebracht werden.

Zum Schmieren, Putzen und Reinigen der Transmissionen während des Ganges sind geeignete Werkzeuge zu benutzen, welche diese Arbeiten in sicherer Entfernung von den gefährlichen Teilen vorzunehmen gestatten.

Bei Ausbesserungen an Transmissionen, welche selbstverständlich nur während des Stillstandes erfolgen dürfen, werden Leitern verwendet, welche mittels Haken über die Welle gehängt werden, um ein Ausrutschen zu verhüten.

Ausrück- und Signalvorrichtungen, welche im Notfalle ein rasches Stillsetzen der Transmission ermöglichen, vervollständigen die Sicherheitseinrichtungen.

Wesentlich geringer als bei der mechanischen sind die Gefahren bei der elektrischen Transmission und besonders beim Einzelantrieb.

Wird die Dynamomaschine mittels Riemen oder Seilen angetrieben, so ist der Riemen- bzw. Seillauf durch herumgeführte Handleisten zu umwehren und der Riemenauflauf durch ein Schutzgeflecht zu bedecken. Größere Dynamomaschinen sind beiderseits so mit Handleisten etwa 1 m über dem Boden zu versehen, daß der Maschinist weder durch Zufall in die Ankergrube treten, noch gegen den sich drehenden Anker fallen kann. Weiter sind sämtliche blanken stromführenden Teile, wie Polklemmen, Anlasser, Ausschalter derart

mit Schutzdecken zu bekleiden, daß ein Berühren dieser Teile bei der Bedienung oder auch durch Zufall unmöglich ist.

An Betriebsstellen, wo blanke, unter Spannung stehende Leiter Verwendung finden, sind Warnungstafeln anzubringen und durch geeignete Anordnung von Schaltapparaten ist dafür zu sorgen, daß Gefahr bietende Stromkreise überall in kürzester Zeit unterbrochen werden können. Arbeiten an solchen Stellen sind nur unter Aufsicht einer Person auszuführen, welche mit der Handhabung der Apparate und Sicherheitsvorrichtungen, sowie mit den bei Unfällen zu ergreifenden Maßregeln vertraut ist, auch ist an jeder solchen Stelle eine Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen in elektrischen Betrieben auszuhängen.

Die Elektromotoren bieten wegen ihrer geschlossenen Bauart nur geringe Gefahr, besonders, wenn sie im Gestell der zu treibenden Maschine untergebracht werden, wo sie verdeckt liegen. Die zum Ein- und Ausrücken des Antriebes dienenden Schaltknöpfe und Schalthebel können so angebracht werden, daß sie bequem zu erreichen und zu bedienen sind. Die zum Antrieb überdies etwa noch erforderlichen Zahnräder und kurzen Riemen können leicht abgeschlossen werden. Im Notfalle kann das rasche Stillsetzen des Motors und damit der von ihm betriebenen Arbeitsmaschine durch Verbindung des Schaltapparates mit einer Bremsvorrichtung bewirkt werden. Bei Überlastung der Maschine, wie es bei unaufmerksamer Bedienung vorkommen kann, bleibt der Motor sofort stehen, weil die Stromzuführung durch das Schmelzen der Sicherungen unterbrochen wird; das bei Riemen- und Wellenantrieb entstehende gefährliche Nachlaufen und Durchziehen solcher überlasteter Maschinen wird daher hier gänzlich vermieden.

Schutzvorrichtungen an Arbeitsmaschinen.

Die Arbeitsmaschinen werden am besten gleich bei ihrer Herstellung mit den nötigen Sicherheitsvorkehrungen ausgerüstet, welche Beschädigungen der mit den Maschinen in Berührung kommenden Personen nach Möglichkeit verhindern. Diese Einrichtungen können dann am besten so mit der Maschine in Verbindung gebracht werden, daß sie für den Arbeiter nicht unbequem sind und auch das Aussehen der Maschine nicht verderben, was bei nachträglich angebrachten Schutzvorrichtungen vielfach der Fall ist. Da die Fabrikanten mangels gesetzlicher Bestimmungen aber nicht gezwungen werden können, an zum Verkaufe gestellten Maschinen die nötigen Schutzvorrichtungen anzubringen, so schützt sich der Besteller am besten vor Schaden, wenn er vor Abschluß des Lieferungsvertrages die Bedingung stellt, daß die Maschinen mit den von seiner Berufsgenossenschaft vorgeschriebenen Schutzvorrichtungen zu versehen sind.

An den Arbeitsmaschinen sind in erster Linie tiefliegende Riemscheiben, Wellenenden und namentlich nicht vollkommen verdeckt liegende Zahnräder zu verkleiden; daneben haben aber die verschiedenen Maschinen noch ihre besonderen Unfallgefahren, denen durch Schutzvorrichtungen der verschiedensten Art vorgebeugt werden muß.



Abb. 137. Spaltkeil und Schutzbügel für Kreissägen. A. Goede, Maschinenfabrik, Berlin.

Die Holzbearbeitungsmaschinen, welche mit sehr schnell bewegten Werkzeugen arbeiten, sind dieserhalb besonders gefährlich, wenn ihnen die Werkstücke mit den Händen zugeführt werden.

Kreissägen erhalten daher eine feste Verkleidung des hinteren Sägeblatteiles bzw. einen Spaltkeil (Abb. 137) zur Verhinderung des Wegschleuderns des Arbeitsstückes nach dem Arbeiter hin durch die aufsteigenden Sägenzähne und, wenn erforderlich, eine Schutzhaube gegen das Hineingreifen in die Zähne der Säge. Beide Scheiben der Bandsägen und alle Teile, welche nicht zum Eingriff in das Holz frei bleiben müssen, werden mit Gittern, Schutzbügeln und Schutzleisten verkleidet. Hobelmaschinen erhalten selbsttätig deckende Schutzvorrichtungen in Form schwingender Bleche oder Blechschieber, für Fräsmaschinen werden besondere Einspannvorrichtungen (Kehldruckapparate, Einspannladen) verwendet, damit die Hände nicht mehr in unmittelbare Nähe des Werkzeuges kommen.

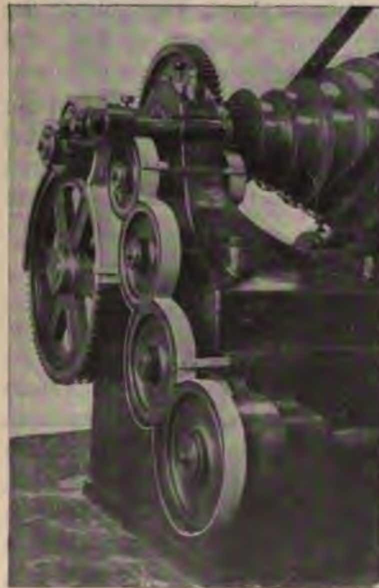


Abb. 138. Verkleidung der Zahnräder einer Drehbank. Hartmann, Unfallverhütung.

An den Metalldrehbänken sind außer den Vorgelege- und Wechselrädern auch die sonstigen Übertragungsräder (Abb. 138), soweit sie im Bereiche des Arbeiters liegen, zu verdecken, was auch zum Schutz Vorübergehender geboten ist, ebenso sind Mitnehmer, Drehherze und Schraubenfutter außen rund zu gestalten bzw. mit einem Blechmantel zu versehen und die vorkommenden Schrauben zu versenken. An den Bohrmaschinen sind die Antriebsräder zu umhüllen und der Bohr-

indel außen eine glatte Form zu ben. Bei **Stanzen, Pressen** und **llhämmern**, welche wegen der nd- und Fingerverletzungen durch n niedergehenden **Stempel** bzw. iren besonders gefährlich sind, rd Unfällen dadurch vorgebeugt, ß im Augenblicke des Niederges des Werkzeuges die Hand s Arbeiters selbsttätig entfernt er der Niedergang von Griffen hängig gemacht wird, bei welchen e Hände von der gefährlichen elle fern sind, auch werden am empel oder dessen Führungskopf festigte Gitter oder Hand- und ngerabweiser verwendet, welche rch Hebel oder Schnurzug vom eßstempel bewegt werden.



Abb. 139. Schutzhaube aus Wellblech für Schmirgelscheiben von Mayer & Schmidt, Offenbach a. M.

Schleifsteine und Schmirgelscheiben müssen zum Schutz gen Zerspringen infolge der Fliehkraft von guter Beschaffenheit in und dürfen nicht auf ihre Wellen aufgekeilt werden, sondern üssen zwischen kräftigen Eisenscheiben ihre Befestigung auf der elle erhalten; sie dürfen beim Naßschleifen eine Geschwindigkeit

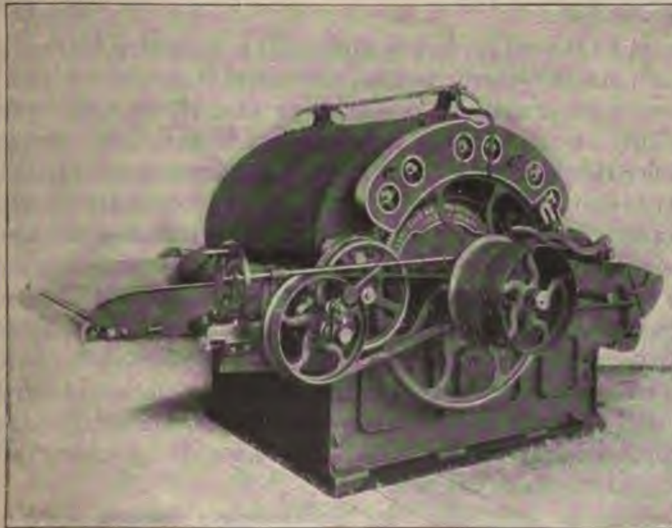


Abb. 140. Umhüllung der Trommel einer Krempelmaschine der Sächsischen Maschinenfabrik, vorm. Rich. Hartmann, Chemnitz.

von höchstens 12,5 m und Schmirgelscheiben zum Trockenschleifen eine solche von höchstens 25 m erhalten und müssen überdies mit nachstellbaren Schutzbügeln oder Schutzhauben (Abb. 139) versehen werden, welche Stein und Scheibe nur so weit freilassen, als für die Arbeit erforderlich ist.

Die zur mechanischen Reinigung der Rohstoffe, sowie die zur Auflockerung, Mischung und Zerlegung dienenden Arbeitsmaschinen der Textilindustrie, Brechmaschinen, Öffner, Reiß- und Schlagmaschinen, Wölfe usw., welche mit schnell umlaufenden und mit Stäben, Messern oder Zähnen besetzten Trommeln und Walzen arbeiten, erhalten eine Sperrung des Deckels der Beschickungsöffnung, so daß dieser nur während des Stillstandes geöffnet werden kann. Kratzmaschinen und Krempel erhalten vollständige Umhüllung (Abb. 140) der sich schnell drehenden Trommeln und Walzen und selbsttätige Stoffzuschiebung oder einen sonstigen Schutz gegen das Hineingeraten zwischen die Zuführungswalzen. Den durch das Eingreifen in die Kalanderwalzen bestehenden Gefahren wird am besten dadurch vorgebeugt, daß leichte, vorgelegte, in schwingenden Hebeln gelagerte Schutzwalzen im Gefahrfalle eine entgegengesetzte Drehung machen, so daß die Hand leicht weggezogen werden kann.

Die Schlichtmaschinen der Weberei müssen mit Sicherheits- und Druckverminderungsventil versehen sein, Zettelbäume sind mittels Flaschenzügen zu heben und mittels Laufkatzen oder auf Schienen laufenden Wagen fortzuschaffen, mechanische Webstühle mit Schützenfängern gegen das Herausfliegen der Schützen aus der Lade zu versehen.

Die in Färbereien und Wäschereien benutzten Dampfgefäße müssen mit einem Sicherheitsventil und einem Manometer oder Thermometer, sowie einer sicheren Vorrichtung ausgerüstet sein, welche erkennen läßt, ob noch Druck im Gefäße ist, auch sind sichere Verschlüsse der Beschickungs- und Entleerungsöffnungen erforderlich. Die in der Wäscherei und den Zuckerfabriken benutzten Schleudermaschinen (Zentrifugen) müssen mit Verschlußsicherungen versehen sein, welche das Hineingreifen während des Ganges unmöglich machen, auch zur Verhinderung von Explosionen mit Umdrehungsanzeigern, welche das Überschreiten der zulässig höchsten Umdrehungszahl anzeigen, oder mit Fliehkraftreglern auszurüsten, welche in diesem Falle den Antrieb ausrücken; beim elektrischen Antrieb (Abbildung 102) dieser Maschinen sind diese Sicherheitsvorkehrungen überflüssig, da hier das Überschreiten einer festgesetzten höchsten Umdrehungszahl nicht möglich ist.

Arbeiten in der Nähe der gefährlichen Stellen der Arbeitsmaschinen dürfen nur beim Stillstande und abgeworfenem Riemen ausgeführt werden.

Beim Betrieb von Kranen können schwere Unfälle beim Abstürzen der Last eintreten. Die Kranwinden sind daher mit zuverlässigen Sperr- und Bremseinrichtungen (Abb. 141) zu ver-

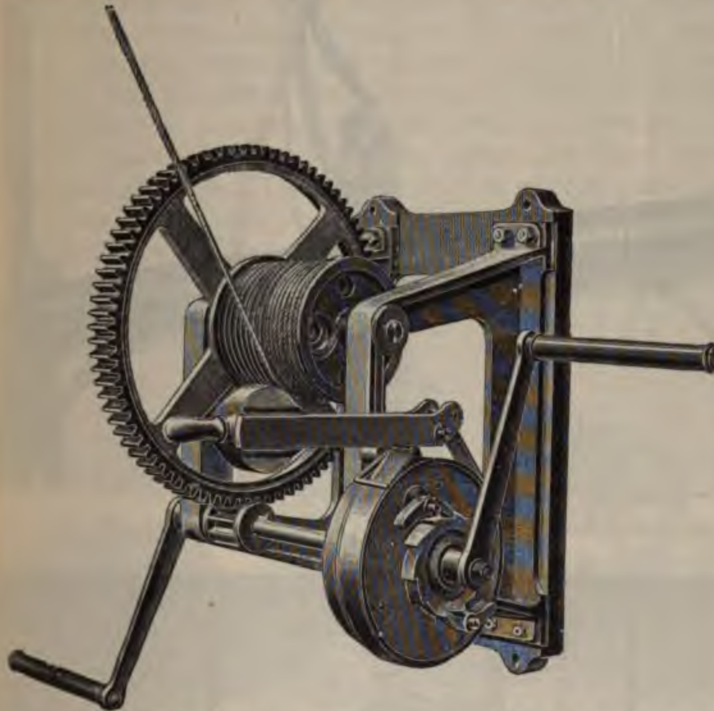


Abb. 141. Sicherheitsbremse (Sperradbremse) von L. Becker, Maschinenfabrik, Berlin-Reinickendorf.

sehen, ferner sind ausreichend sichere Tragseile oder Ketten zu verwenden, zur Vermeidung von Überlastungen und Brüchen von Triebwerksteilen ist die höchste Tragfähigkeit deutlich zu bezeichnen und endlich sind von Zeit zu Zeit alle Teile auf ihren guten Zustand sorgfältig zu untersuchen.

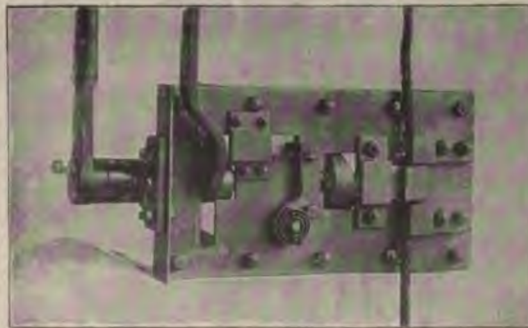


Abb. 142. Sicherheitsverschluß für Schachttüren (geöffnet). Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Beim Gebrauch von Aufzügen können Unfälle dadurch entstehen, daß in den Fahrschacht reichende menschliche Glieder von dem Fahr-

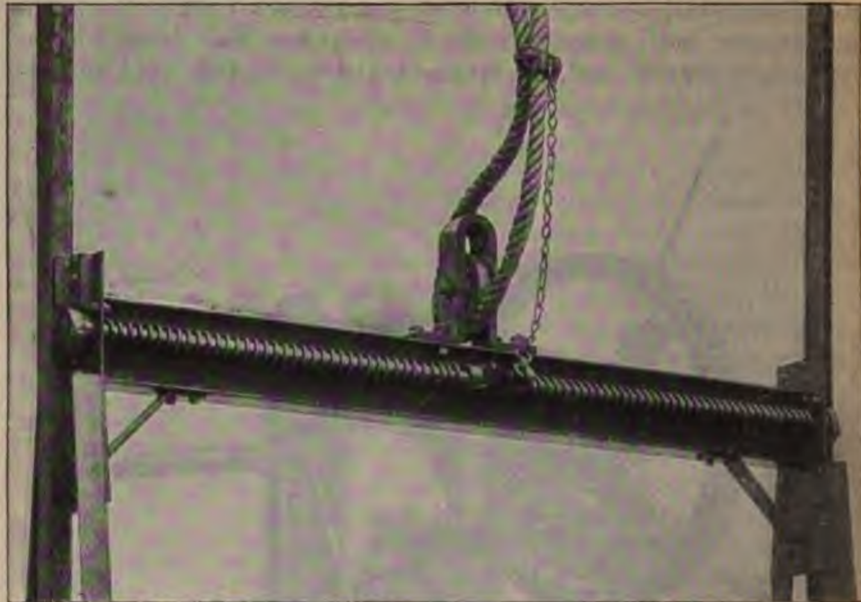


Abb. 143. Exzenterfangvorrichtung für ein Seil (Seil gerissen) von Carl Flohr, Berlin.

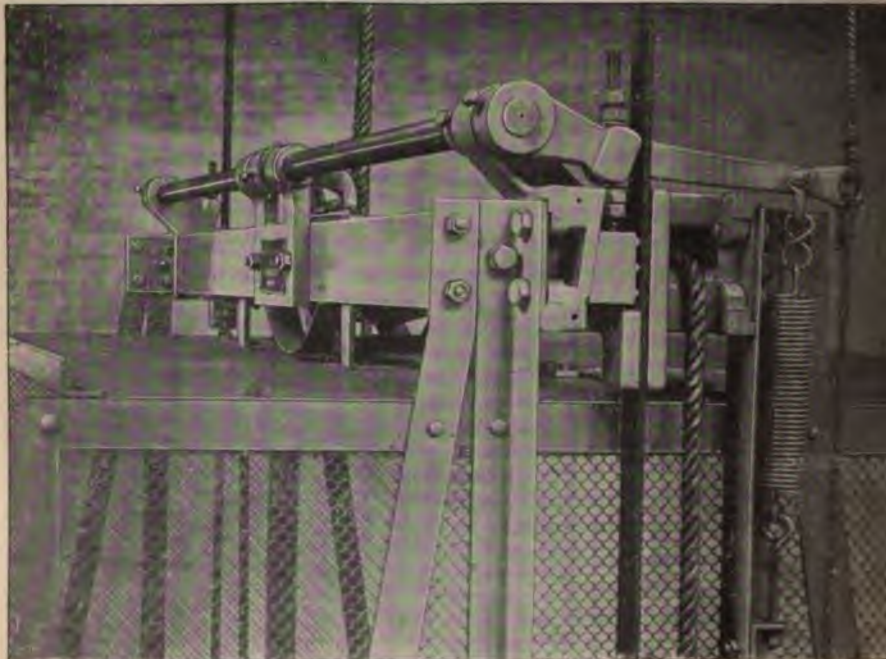


Abb. 144. Wippenfangvorrichtung für zwei Tragseile (Seile gespannt) von Carl Flohr, Berlin.

korb oder Gegengewicht getroffen und durch die Ladeöffnungen in den Fahrschacht sich beugende Personen in denselben stürzen können. Der Fahrschacht muß daher, sofern er nicht bereits aus feuerpolizeilichen Gründen durch dichte Wände von der Umgebung abgeschlossen werden muß, soweit er im Armbereich liegt, durch Latten- oder Gitterwerk so abgeschlossen werden, daß Personen sich weder in den Schacht beugen noch auch einzelne Gliedmaßen durch die Umwehrung hindurchstecken können, und um ein Abstürzen durch die Ladeöffnungen zu verhüten, müssen die Türen mit Sicherheitsverschlüssen (Abb. 142) versehen werden, deren jeder entweder erst dann geöffnet werden kann, wenn der Fahrkorb in dem betr. Stockwerk zur Ruhe gekommen ist, oder wenn die Öffnung vom



Abb. 145. Geschwindigkeitsregler (Fliehkraftbremse) der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft Dessau.

Führerstand aus freigegeben ist. Zum Schutze gegen den Absturz der den Fahrkorb betretenden Personen müssen die zum Tragen desselben dienenden Seile (Ketten, Gurte) genügend stark sein, Fahrkörbe für den Personentransport auch an mindestens zwei Seilen aufgehängt werden, des weiteren sind Fangvorrichtungen (Abb. 143 und 144) bzw. Senkbremsen und gegen ein zu schnelles Fahren auf die Fangvorrichtung wirkende Geschwindigkeitsregler (Abb. 145) oder Senkbremsen anzubringen. Zur rechtzeitigen Abstellung der Aufzugmaschine bei der höchsten und tiefsten Lage des Fahrkorbes müssen Endausrückungen angebracht werden, welchen bei Personenaufzügen Notendausrückungen (Abb. 132) zur größeren Sicherheit hinzuzufügen sind. Zur Verhinderung des übermäßigen Schlaffwerdens der Zugseile, welches eine Beschädigung der Aufzugmaschine und der Seile im Gefolge haben kann und bei unvorsichtigem Steuern der

Personenaufzüge eintreten kann, muß bei diesen eine Schlaffseilausrückung (Abb. 132) angeordnet werden, welche die Winde abstellt und ein zu weites Ablaufen der Seile hindert. Lastenaufzüge dürfen endlich nur von außen, Personenaufzüge nur von innen gesteuert werden können und aus Sicherheitsgründen bei geöffneter Tür die Steuerung gesperrt sein, so daß die Maschine bzw. der Fahrkorb dann nicht in Bewegung gesetzt werden kann. Um Verwechslungen vorzubeugen, müssen die Ladetüren die Aufschrift „Aufzug", und um Überlastungen zu vermeiden, die Angabe der größten Tragfähigkeit erhalten.

Aufzüge dürfen erst nach Prüfung durch einen Sachverständigen und nur auf Grund einer besonderen polizeilichen Genehmigung in Betrieb gesetzt werden, Personenaufzüge müssen außerdem in gewissen Zwischenräumen eingehend untersucht und geprüft werden.

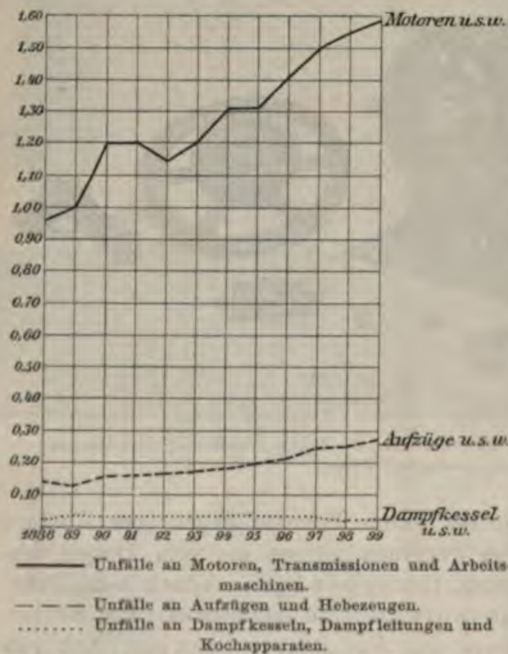


Abb. 146. In den Jahren 1888 bis 1899 erstmals entschädigte Unfälle auf je 1000 Versicherte.

Obwohl die bessere Ausrüstung der maschinellen Einrichtung der Fabriken mit Schutzvorrichtungen den Betrieb ungefährlicher gemacht hat, so hat doch, wie die zeichnerische Darstellung (Abbildung 146) der in den Jahren 1888 bis 1899 erstmals entschädigten Unfälle, auf je 1000 Versicherte berechnet, dartut, die Zahl der Unfälle verhältnismäßig zugenommen, ein Ergebnis, das durch die fortdauernde Einstellung zahlreicher ungeübter Arbeitskräfte, die Vermehrung der Arbeitsmaschinen und die Entschädigung einer fortwährend wachsenden Zahl kleinerer Verletzungen erklärlich ist. Die Zahl der schweren Unfälle ist dagegen stetig zurückgegangen und zwar sowohl im ganzen als im Verhältnis zur Zahl der Versicherten.

Trotzdem sollten die Arbeiter über den Wert der Schutzvorrichtungen genau unterrichtet und angehalten werden, diese im besten Zustand zu erhalten und sie bestimmungsgemäß zu benutzen, nicht aber durch gewaltsame Einwirkung und leichtsinnige Handhabung jeden Schutz unmöglich zu machen.

Empfehlenswerte Werke zum weiteren Studium.

1. Kraftmaschinen.

Schreber, Karl: Die Kraftmaschinen (342 S.). Leipzig, Teubner 1903.

Das Werk behandelt die Theorie und Entwicklung der Kraftmaschinen einschl. der Wasser- und Windkraftmaschinen in einer dem Nichtfachmann verständlichen und doch wissenschaftlichen Weise unter Benutzung schematischer Zeichnungen und Photographien, auch die Kosten der von den verschiedenen Kraftmaschinen gelieferten Arbeit sind berechnet und miteinander verglichen.

Musil-Ewing: Die Wärmekraftmaschinen (794 S.). Leipzig, Teubner 1902.

Behandelt in leicht verständlicher Weise die Theorie und Entwicklung der Wärmekraftmaschinen, eignet sich aber mehr für angehende Techniker und ist für den Nichtfachmann vielleicht etwas zu umfangreich.

Musil, A.: Die Dampfturbinen (233 S.). Leipzig, Teubner 1904.

Behandelt Theorie und Bau der Dampfturbinen für jeden technisch Vorgebildeten, gibt auch gute Abbildungen.

Schlippe, E.: Der Dampfkesselbetrieb (262 S.). Berlin, Springer 1901.

Das Werk erörtert die Vorgänge bei der Verbrennung und Dampferzeugung, die Einrichtung und Bedienung der Dampfkessel sowie deren Sicherheitseinrichtungen eingehend und in einer auch für den weniger Vorgebildeten verständlichen Weise.

Hoyer, Egbert: Handbuch der Maschinenkunde (998 S.). München, Ackermann 1898.

Gibt beschreibend einen kurzen Abriß der Maschinenkunde für Vertreter der industriellen, mechanischen und chemischen Technik und behandelt u. a. die Kraftmaschinenanlagen, Maschinenteile, Transmissionen, Arbeitsmaschinen und Transportvorrichtungen. Abbildungen im Text tragen zum Verständnis bei.

Heinke, C.: Handbuch der Elektrotechnik, Bd. VII, bearbeitet von K. Wilkens (350 S.). Leipzig, Hirzel 1906.

In diesem Bande werden die wichtigsten Bestandteile der elektrischen Kraftwerke erläutert und namentlich solche Gesichtspunkte hervorgehoben, welche auf eine wirtschaftliche Betriebsführung von Bedeutung sind.

Eberle, Chr.: Kosten der Krafterzeugung. Halle a. d. Saale, Knapp 1898.

Die Gesamtkosten für die Nutzpferdestärkenstunde bei Leistungen von 4 bis 1000 PS. und Verwendung von Dampf, Leuchtgas, Kraftgas und Petroleum als Betriebskraft sind unter Annahme verschiedener Brennstoffpreise und Betriebszeiten in Tabellen zusammengestellt. In einer kurzen Einleitung sind die Grundlagen der Kostenberechnung angegeben.

Barth, Friedrich: Die zweckmäßigste Betriebskraft. Leipzig, Göschen 1904.

Behandelt in ähnlicher Weise die Anschaffungs- und Betriebskosten der Kraftmaschinen einschl. der Dampfturbinen.

2. Transmissionen.

a) Mechanische Transmission.

Bach, C.: Maschinenelemente. Stuttgart, Bergsträßer 1897.

Ein hervorragendes aber mehr für den Techniker bestimmtes Werk, welches die Abmessungen der Maschinenteile mittels möglichst einfacher Rechnungen und auf Grund der neueren Festigkeitsversuche und Erfahrungszahlen bestimmen lehrt. Ein Abschnitt über die Elastizität und Festigkeit der Baustoffe ist vorangestellt und ein Atlas mustergültiger Zeichnungen beigefügt.

Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft zu Dessau. Preisliste Nr. 340. 1903.

Gibt eine Anleitung zur Einrichtung und Instandhaltung von mechanischen Transmissionen und enthält die Abmessungen, Preise und vortreffliche Abbildungen sämtlicher Einzelteile einer Transmission.

Ähnliche Preislisten werden von allen größeren Transmissionsfabriken, z. B. Eisenwerk Wülfel bei Hannover, Aktiengesellschaft Penig in Sachsen, Theodor Wiedes Maschinenfabrik, Aktiengesellschaft zu Chemnitz u. a. versandt.

b) Elektrische Transmission.

Philippi, Wilh.: Elektrische Kraftübertragung (386 S.). Leipzig, Hirzel 1905.

Behandelt die wichtigsten Gesichtspunkte, welche bei der Ausführung elektrischer Transmissionen zu berücksichtigen sind, legt zu diesem Zwecke kurz das Wesen und die Betriebseigenschaften der elektrischen Maschinen und Apparate dar und gibt Abbildungen und kurze Beschreibungen von ausgeführten elektrischen Antrieben in Fabriken der verschiedensten Art zur Erläuterung des Gesagten.

Wilke, Arthur: Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe (633 S.). Leipzig, Spamer 1898.

Gibt auch dem Nichtfachmann verständliche Auskunft über alle Einzelheiten der Energieumwandlung und der elektrischen Kraftübertragung und Beleuchtung, sowie auch über die Schwachstromtechnik.

Kohn, Moriz: Elemente der Elektrotechnik (108 S.). Leipzig und Wien, Franz Deuticke 1902.

Unter fast gänzlicher Vermeidung von Rechnungen gibt das Werkchen an Hand einfacher Abbildungen einen sehr klaren Einblick in die Erscheinungen und Betriebsvorgänge bei Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren und Stromsammlern.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft zu Berlin: Elektrische Kraftübertragung und Kraftverteilung. Berlin, Springer.

Die Abhandlung gibt allgemeinverständlichen Aufschluß über das Wesen der Kraftübertragung und Kraftverteilung, die Bestandteile der elektrischen Transmission, den Einzel- und Gruppenantrieb und erläutert sie durch zahlreiche Abbildungen.

Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co zu Nürnberg: Die Verwendung der Elektromotoren in der Industrie, im Gewerbe und im Hause. 1897.

Enthält Erklärungen über die Wirkungsweise der elektrischen Maschinen und Apparate, gute Abbildungen derselben allein und in ihrer Verbindung mit Arbeitsmaschinen im Einzel- und Gruppenantrieb.

Kapp, Gisbert: Dynamomaschinen für Gleich- und Wechselstrom. Berlin, Springer, und München, Oldenbourg.

Behandelt eingehend das Wesen der Gleich- und Wechselstrommaschinen und Motoren mit Hilfe möglichst einfacher mathematischer Rechnungen und, wo angängig, auf zeichnerische Weise, ist aber mehr für den Techniker bestimmt.

3. Transporteinrichtungen.

Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft Berlin und Dessau. Abteilung für Aufzugbau.

Liste B 1900 enthält eine gute Beschreibung der Bauart und Wirkungsweise der Aufzüge mit Riemenantrieb und Liste A 1901 eine Beschreibung der elektrischen Aufzüge aller Art an Hand guter Abbildungen, auch sind die Gewichte und Abmessungen der einzelnen Aufzugteile angegeben, ebenso Vorschriften über Wartung und Bedienung. Die polizeilichen Vorschriften über die Einrichtung und den Betrieb der Aufzüge sind beigefügt.

4. Einrichtung von Fabriken.

Klasen, Ludwig: Grundrißvorbilder für industrielle Anlagen. Abt. XV. 1—7. Leipzig, Baumgärtner 1896.

Das Werk enthält Beschreibungen der Fabrikationsprozesse, sowie Grundrisse von Fabriken für die Metallindustrie und den Maschinenbau, die Textilindustrie, die chemische Industrie, von Mühlen, Brot- und Gebäckfabriken, Zucker-, Zuckerwaren-, Schokoladen- und Zichorienfabriken, Bierbrauereien, Spiritusbrennereien, Stärke-, Dextrin- und Sodafabriken, aus denen die Stellung der Maschinen ersichtlich ist.

5. Einrichtungen zur Verhütung von Unfällen.

Heidepriem, C.: Die Unfallverhütung im Dampfkesselbetriebe. Berlin, Seydel 1902.

Befaßt sich hauptsächlich mit den Gefahren der Kesselarmaturen und der Dampfleitungen, will dem Nichtfachmann ein Ratgeber sein und ihn in den Stand setzen, bei Beschaffung neuer Kessel und Zubehörteile sich ein eigenes Urteil über deren Zweckmäßigkeit und Unfallsicherheit bilden und auch den täglichen Gefahren des Betriebes begegnen zu können.

Hartmann, Konr.: Unfallverhütung für Industrie und Landwirtschaft. Bibliothek für Naturkunde und Technik. Bd. 5. Stuttgart, Moritz.

Die für die Unfallverhütung maßgebenden Gesichtspunkte werden dargelegt und die wichtigsten technischen Vorkehrungen, welche zur Bekämpfung der Unfallgefahren mit Erfolg angewandt sind, durch Abbildungen dargestellt und beschrieben.

Mülhausener Gesellschaft zur Verhütung von Fabrikunfällen: Sammlung von Vorrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen an Maschinen. Berlin, Springer 1895.

Gibt zahlreiche gute Zeichnungen von Einrichtungen, welche sich bewährt haben, in einem Atlas. Kurze Beschreibung ist beigefügt.

Bauliche Anlagen für die Wohlfahrt der Arbeiter.

Von Regierungsrat Dr. **R. Stegemann** in Braunschweig.

A. Vorbemerkung.

Im I. Band dieses Werkes ist bei dem Abschnitt „Betriebseinrichtungen für die Wohlfahrt der Arbeiter“ auf Seite 383 der Begriff der Wohlfahrtspflege klargestellt worden. Es werden also auch hier nur solche bauliche Anlagen behandelt werden, die weder ausschließlich dem persönlichen Wohltätigkeitssinn der Unternehmer zu verdanken sind, noch lediglich um der Aufrechterhaltung des Betriebes willen geschaffen werden müssen. Es interessieren uns vielmehr hier allein diejenigen Anlagen, die von dem Unternehmer errichtet werden, um die Existenzbedingungen der Arbeiter zu bessern, Anlagen, die aber unmittelbar oder mittelbar auch dem Unternehmer Vorteile bringen sollen.

Anm. Das für die vorliegende Arbeit nötige Material wurde den Drucksachen und brieflichen Mitteilungen der in Frage kommenden industriellen Betriebe entnommen. Bei einigen Abschnitten mußte, da neues Material schwer zu beschaffen war, auf die bewährten Handbücher von Albrecht: „Handbuch der sozialen Wohlfahrtspflege in Deutschland“, Post und Albrecht: „Musterstätten persönlicher Fürsorge von Arbeitgebern für ihre Geschäftsangehörigen“ und Dammer: „Handbuch der Arbeiterwohlfahrt“, zum Teil wörtlich, zurückgegriffen werden.

B. Wohnung und Unterkunft.

I. Familienwohnungen.

Bei der Erörterung der Frage, unter welchen Voraussetzungen Arbeiterwohnungen als Wohlfahrtseinrichtungen zu errichten sind, scheiden nach dem Vorgesagten jene primitiven Unterkunftsräume aus, die geschaffen werden müssen, wenn anders überhaupt Arbeiter an solchen Stellen, wo sie gebraucht werden, leben können sollen,

beispielsweise bei Kanal- und Wegebauarbeiten oder bei industriellen Anlagen in menschenarmen Gegenden. Ebensowenig wird man Arbeiterwohnungen dann als Wohlfahrtseinrichtungen bezeichnen können, wenn sie zwar vom Unternehmer errichtet, aber als rentable Kapitalanlage gedacht und bewirtschaftet werden, oder aber wenn sie in erster Linie zu dem Zwecke errichtet sind, die Arbeiterschaft in stärkerer Abhängigkeit vom Unternehmer zu erhalten und der Gefahr eines Arbeiterausstandes dadurch vorzubeugen, daß das Recht sofortiger Aufkündigung der Wohnung im Falle eines Ausstandes vertraglich festgelegt wird.

Zum Bau von Arbeiterwohnungen als Wohlfahrtseinrichtungen wird sich der Unternehmer etwa aus folgenden Gründen entschließen. Zunächst wird es in manchen Fällen durch sie allein möglich, bessere und deshalb anspruchsvollere Arbeiter heranzuziehen oder aber solche hochwertigen Arbeitskräfte dauernd an ihre Arbeitsstätte zu fesseln. In anderen Fällen erheischen die teuern Wohnungsverhältnisse am Orte eine Hilfsleistung von Seiten des Fabrikanten, damit durch Herabsetzung der Ausgaben für Wohnung dem Arbeiter größere Teile seines Einkommens für die Befriedigung sonstiger Bedürfnisse zur Verfügung bleiben.

Die Beschaffung gesunder und den Ansprüchen eines geordneten Familienlebens entsprechender Wohnungen wird ohne Zweifel geeignet sein, die Leistungsfähigkeit der Arbeiter zu erhöhen. Die Arbeiterschaft steht, weil sie leicht selbstsüchtige Beweggründe der Unternehmer argwöhnt, der Einrichtung von Arbeiterwohnungen oft mißtrauisch gegenüber. Will man diesem Mißtrauen von vorneherein begegnen, so muß durch unzweideutige Verträge die Gewißheit gegeben werden, daß das Eigentumsrecht des Arbeitgebers an den Wohnungen nicht als Kampfmittel bei Lohn- und Standesbewegungen mißbraucht werden soll.

Zu beachten ist immer, daß für den Arbeiter der springende Punkt, der ihn veranlaßt, von der Wohlfahrtseinrichtung Gebrauch zu machen, die Preisfrage ist. Nur wenn er billiger als im Zinshaus wohnen kann, wählt er das Haus des Fabrikanten. Die Vorteile hygienischer und gemütlicher Art, die ihm ein besseres Heim bringt, schätzt er im allgemeinen zunächst sehr niedrig ein, erst wenn er am eigenen Leibe den Segen einer guten Wohnung verspürt hat, lernt er sie auch entsprechend höher bewerten.

Leitend für den Fabrikherrn bei der Errichtung von Arbeiterwohnungen muß der Gesichtspunkt bleiben, daß das Ideal der Wohlfahrtspflege mit der mietweisen Überlassung gesunder Wohnungen an die Arbeiter nicht erreicht ist. Anzustreben ist vielmehr, den Arbeiter zum Eigentümer seines Hauses zu machen, ihm damit die Bodenständigkeit wiederzugeben und in ihm das Gefühl der Zugehörigkeit

zu einer Gemeinde und der Verantwortlichkeit für ihr Wohl zu erwecken, wie es seine bäuerlichen Vorfahren zum Vorteil für Gesellschaft und Staat besessen haben, ihm aber leider während der rapiden Industrialisierung Deutschlands verloren gegangen ist.

Bei dem Bau von Arbeiterwohnungen sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

Die Wohnung soll räumlich ausreichend sein. Sie muß also neben einer geräumigen bequemen Küche ein großes Zimmer und genügend abgesonderte Schlafräume für die Kinder bieten. Zu vermeiden sind zu große Wohnungen. Abgesehen davon, daß sie die Kosten vermehren, geschieht dem Arbeiter mit ihnen kein Gefallen. Von jeher an enges Zusammenleben gewöhnt, empfindet er jeden überflüssigen Raum wegen der damit verbundenen Aufwendungen für Ausstattung, Reinigung, eventuell auch Heizung als Last oder aber er richtet, falls er in Anschauungen und Einkommensverhältnissen dem Kleinbürgertum nahe steht, aus dem besten ihm zur Verfügung stehenden Raume eine sogenannte gute Stube ein, die er nie benutzt.

Daß man in hygienischer Beziehung die Wohnung bestmöglich ausstattet, besondere Waschküchen einrichtet, außerdem aber, wo angängig, Anschluß an Kanalisation und Wasserleitung vorsieht, ist selbstverständlich. Ob man sich dazu entschließt, Einfamilienhäuser oder Baulichkeiten mit zwei oder drei Wohnungen oder sogenannte Kasernen zu errichten, wird außer von den Mitteln, die man aufwenden will, meist eine Frage des Bodenpreises sein. Erstrebenswert ist das Einfamilienhaus und als Grundsatz kann gelten, daß das Arbeiterwohnhaus in um so höherem Maße seinem Charakter als Wohlfahrtseinrichtung entspricht, je weniger Familien in einem Grundstück untergebracht sind.

Hierbei wolle man beachten, daß das Einfamilienhaus, das nach allen Seiten freisteht, also vier Fassadenwände dem Beschauer darbietet, nur sehr geringe Vorteile hinsichtlich der Hygiene oder Behaglichkeit gegenüber dem sogenannten Doppelhause aufweist, dessen Besonderheit darin besteht, daß zwei ihrer ganzen inneren Anlage nach völlig selbständige Häuser mit einer Seitenfläche aneinander gebaut sind. Der wichtigste Vorteil dieses Doppelhauses besteht in den geringeren Kosten infolge des Ersatzes zweier Fassadenwände durch die eine gemeinschaftliche Brandmauer. Daneben zieht aber auch unsere Arbeiterbevölkerung diese etwas gedrängtere Wohnweise dem völlig freistehenden Einfamilienhause vor, weil nur zu oft namentlich die Frauen auf gelegentliche Hilfe der Nachbarschaft angewiesen sind. Wir haben deshalb in der unten folgenden Darstellung der Einfamilienhäuser die Form des Doppelhauses besonders berücksichtigt.

Nach Möglichkeit sind geräumige Höfe auch als Spielplätze für die Kinder vorzusehen, besonders dankenswert aber erscheint die

Anlage kleiner Gärten bei jedem Hause. Wo die Umstände den Arbeitern das Halten einiger Stücke Kleinvieh (Schweine, Ziegen, Kaninchen) erlauben, wird man ihnen durch Einrichtung von Ställen dazu Gelegenheit geben.

Wichtig ist es schließlich, Wohnanlagen auch ästhetisch gefällig zu gestalten. Im allgemeinen empfiehlt es sich wohl, an den Stil der Bauernhäuser der betreffenden Gegend anzuknüpfen und nur so weit Änderungen eintreten zu lassen, als es der Zweck erfordert. Eine sklavische Anlehnung verbietet sich aber von selbst, da das Bauernhaus in seiner ursprünglichen Form vielfach nicht nur Wohnstätte ist, sondern auch Lagerraum, Tenne und Stall in sich birgt. — Sollen die Häuser nicht schon nach kurzer Zeit unter dem Einfluß des Kohlendunstes der Fabrikorte schmutzig und unfreundlich aussehen, so wird man hierauf bei der Auswahl des Baumaterials, der Verputzung, des Anstrichs und der Bedachung Rücksicht nehmen müssen. Grundsätzliche Regeln lassen sich hierfür im allgemeinen nicht geben.

Zu verurteilen ist die Errichtung ganz schmuckloser viereckiger Häuser mit flachen oder doch sehr niedrigen Dächern, die Mauern womöglich unverputzt unter Verwendung billiger, mißfarbiger Verblendsteine. Da derartige Wohnstätten ebensosehr wie auf den Beschauer auch auf den Bewohner niederdrückend und abstoßend wirken, im Arbeiter also keine Freude an seinem Heim aufkommen lassen, heben sie den Zweck der Wohlfahrtseinrichtung zum Teil wieder auf.

Die Zahl der Arbeitgeber, die Arbeiterwohnungen eingerichtet haben, ist ziemlich groß. Infolgedessen sind sowohl die Bedingungen, unter denen die Wohnungen den Arbeitern zur Verfügung gestellt werden, wie die Formen, in denen die Häuser gebaut sind, außerordentlich mannigfaltig. — Hier sollen nur einige Häusertypen besprochen werden: Einfamilienhaus, Vierfamilienhaus und Vielfamilienhaus.

a) **Einfamilienhäuser** (Einzel- und Doppelhäuser).

Die **Höchster Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning** berichten über ihre Arbeiter-Einfamilienhäuser folgendes:

Mit Erbauung von Arbeiterwohnungen wurde bereits im Jahre 1875 begonnen, dabei aber von vornherein als Grundsatz aufgestellt, daß die Wohnungen nicht in das Eigentum der Arbeiter übergehen sollten. Dieses System, welches bei humaner Verwaltung dem Arbeiter alle Vorteile des Eigenbesitzes bietet, während es ihm die Nachteile fernhält, welche bei ungünstigen Verhältnissen allgemeiner oder persönlicher Natur eintreten können, hat sich durchaus bewährt und ist auch nach der noch zu erwähnenden Umgestaltung der Verwaltung beibehalten worden. Dagegen unterstützt die Firma vielfach durch Gewährung von Hypotheken den Eigenbau der Arbeiter auf ererbtem oder erworbenem Grund und Boden in den benachbarten Landgemeinden, namentlich wenn damit

noch etwas Landwirtschaftsbetrieb verbunden ist; der Unterschied eines in dieser Weise seßhaften Arbeiters von einem solchen in der Stadt liegt auf der Hand. Wenigstens zum Teil hat diese Unterstützung dazu mitgeholfen, daß nahezu 25% der Arbeiter in eigenem Besitztum wohnen.

Die Zahl der bis zum Jahre 1899 auf ihrem Areal von der Firma erbauten Arbeiterwohnungen betrug, ausschließlich des besonders zu behandelnden Arbeiterheims, 380. — Hierzu kommen noch 156 in den letzten Jahren unter der neuen Verwaltung erbaute Wohnungen, so daß die Gesamtzahl, soweit Miete davon erhoben wird, zurzeit 536 für das Hauptwerk beträgt, aber voraussichtlich unter normalen Verhältnissen alljährlich einen weiteren Zuwachs erfahren wird.

Das Werk Gersthofen besitzt vorerst 40 Arbeiter- und Aufseherwohnungen.

Die Mietpreise bewegen sich, abgesehen von einigen noch größeren Aufseherwohnungen, von *M* 2.30 pro Woche für eine kleine Wohnung von 2 Zimmern, Küche, Keller, Ställchen und Garten, bis zu *M* 4.20 pro Woche für eine große Wohnung von 3 Zimmern, 2 Kammern, Küche, Keller, Ställchen und Garten. Die Verzinsung des Anlagekapitals ist hierbei eine sehr geringe, 3% nicht erreichende.

Mit Ausnahme der 9 ältesten zweistöckigen Häuser sind allen Wohnungen, seien sie nun — wie die meisten — als Doppelhäuser oder — wie ein kleinerer Teil — als Einzelhäuser, viergeteilte und Reihenhäuser erbaut, folgende Merkmale gemeinsam:

Ein Garten von 200 bis 250 qm Fläche im unmittelbaren Anschluß an die Wohnung; von der Straße an vollständige Trennung der Gärten und Wohnungen, so daß jede Familie ein kleines Anwesen für sich bewohnt; Lage der Wohnräume möglichst nach Süden, der Küchen, Eingänge usw. nach Norden; Abmessungen der Küchen nicht größer als dafür nötig, um die Benutzung derselben als Wohnraum möglichst zu verhindern; im letzten Jahre sind versuchsweise einige Häuser mit großen Küchen, welche gleichzeitig als Wohnraum dienen, erbaut worden; jeder Wohn- und Schlafraum (also auch die Kammern der größeren Wohnungen) mit besonderem Eingang vom Flur oder Treppenplatz.

Der letzte Umstand ist besonders wichtig für Wahrung der Sittlichkeit und ihm ist es auch vornehmlich zuzuschreiben, daß keine ungünstigen Erfahrungen gemacht wurden mit der Aufnahme von Schlafgängern; dieselbe ist, wenn es sich dabei ausschließlich um Arbeiter der Farbwerke handelt, prinzipiell zulässig, bedarf aber in jedem Einzelfall der Genehmigung der Verwaltung, welche versagt wird, wenn die Größe der Wohnung für die Kopfzahl der Familie nach bestimmten gesundheitlichen Normen gerade noch ausreicht; mit anderen Worten: Familien mit wenig Kindern und einer verhältnismäßig großen Wohnung dürfen Schlafgänger aufnehmen; letztere sind nicht selten verheiratete Leute, welche weiter weg angesessen und nur Sonntags oder noch seltener bei ihrer Familie sind.

Sämtliche Wohnungen in Höchst sind an die städtische Wasserleitung angeschlossen (Wassergeld 4% des Mietwertes) und mit Gas aus der eigenen Fabrik der Farbwerke versehen. (Gaspreis früher 6 ₰, seit einigen Jahren 8 ₰ pro cbm infolge der stark gestiegenen Kohlenpreise).

Bringt man die oben genannten Mietpreise zu dem Arbeitsverdienst in Beziehung, so berechnen sich beispielsweise für einen gewöhnlichen Fabrikarbeiter mit dem Durchschnittslohn von *M* 3.35 unter Berücksichtigung teilweiser Sonntagsarbeit und Überstunden und für den ungünstigen Fall, daß er wegen seiner Kinderzahl eine große Wohnung für *M* 4.20 pro Woche haben muß, nur 18% des Einkommens für Wohnungsaufwand, und das den Garten mit eingeschlossen für eine Wohnung, welche räumlich, hygienisch und schönheitlich allen Anforderungen entspricht; bei den etwa 1/3 der Gesamtzahl betragenden

Facharbeitern mit einem Durchschnittslohn von ℳ 4.— berechnen sich für den gleichen Fall sogar nur 15 %. Man darf daher dem Wohnungswesen der Farbwerke wohl das Prädikat einer Wohlfahrtseinrichtung zuerkennen, zumal anderwärts die Arbeiter vielfach ein Viertel bis ein Drittel ihres Verdienstes für die Miete von in jeder Beziehung minderwertigen Wohnungen, meist auch ohne Garten, ausgeben müssen.

Die Wohnungen sind auch außerordentlich begehrt und die Nachfrage ist in keiner Weise durch den Umstand beeinträchtigt, daß 14tägige Kündigung vereinbart ist. Dieselbe soll die Handhabe bieten können, in Fällen offenbarer Böswilligkeit die Räumung der Wohnung zu erlangen; fast immer wird es aber gestattet, mit dem Auszug zu warten, bis eine andere Wohnung gefunden ist.

Die bauliche Instandhaltung und größere im Laufe der Jahre notwendig werdende Erneuerungsarbeiten gehen zu Lasten der Verwaltung; dagegen erschien



Abb. 1. Arbeiterkolonie Zeilsheim.

es nur gerechtfertigt, den Wohnungsinhabern diejenige Kategorie kleinerer Reparaturen zuzuweisen, welche um so billiger und um so seltener nötig werden, je mehr die Bewohner auf Reinlichkeit und Schonung der Räume bedacht sind. Andernfalls würden sie, die alle Vorzüge des Eigenheims genießen, gar kein Interesse an der ordnungsmäßigen Instandhaltung der Wohnung haben, ja zur Nachlässigkeit geradezu erzogen werden.

Die Häuser sind sämtlich Massivbauten mit überwölbten Kellern, einfacher, aber solider innerer Ausstattung, in der äußeren Erscheinung von gefälliger, abwechslungsreicher Bauart.

Im Jahre 1899 wurde aus Zweckmäßigkeitsgründen eine neue Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 2 Millionen Mark konstituiert. Dieselbe hat unter der Firma „Gesellschaft zur gemeinnützigen Beschaffung von Wohnungen“ sämtliche Aufseher- und Arbeiterwohnungen der Farbwerke mit dem zugehörigen Areal (ausschließlich Arbeiterheim) übernommen und bezweckt, neben der Verwaltung derselben den Weiterbau von Wohnungen in größerem

Maßstabe zu fördern; die Aktien der Gesellschaft sind sämtlich im Besitze der Farbwerke, der Vorstand ist aus Beamten derselben gebildet. — Statutengemäß können auch an andere im Kreise Höchst a. M. beschäftigte Arbeiter Wohnungen vermietet werden; solange aber Arbeiter der Farbwerke sich um dieselben bewerben, erhalten sie naturgemäß den Vorzug.

Die Gesellschaft hat in der Gemarkung Zeilsheim, nur ½ Stunde von den Farbwerken entfernt, ein für über 500 Wohnungen Raum bietendes Areal von gegen 20 Hektar erworben und auf einem Teil desselben in den letzten Jahren, wie bereits erwähnt, 156 neue Wohnungen in Doppel- und Einzelhäusern erbaut (Abb. 1). Trotz des nicht allzuhohen Bodenpreises (ℳ 2.— pro qm) ist, bei Festhaltung ungefähr der gleichen Wohnungsmieten, wie früher angegeben, nur eine minimale Verzinsung zu erwarten, da die auf Grund des Ansiedelungsgesetzes zu übernehmenden Lasten für Schule, Kirche, Gemeindeverwaltung, Straßenherstellung, Kanalisation usw. zu stark auf die Rentabilität drücken.

Einfamilienhäuser hat auch die **Zwirnerei und Nähfadenfabrik Göggingen** errichtet (Abb. 2a und 2b), über die folgende Angaben gemacht werden:

Der effektive Wohnungsmangel in Göggingen und die oft sehr unzulänglichen Wohnungen ließen es dringend erscheinen, den Bau neuer Arbeiterwohnungen zu unternehmen.

Es wurde deshalb, aber auch um den Arbeitern eine größere Unabhängigkeit durch Eigentumserwerb zu sichern, der Bau von Einzelhäusern in verschiedenen Größen, den verschiedenen Bedürfnissen nach Größe der Familie usw. entsprechend, gewählt und auf Beigabe eines Stückes Gartenland zu jedem Hause, sowie auf eine möglichst im voraus zu gebende Richtung auf Reinlichkeit durch entsprechende Anlagen, Rücksicht genommen.

Die Straßenanlagen sind durch Verhandlung mit den einschlägigen Behörden geregelt worden.

Für den Verkauf sind, dem angestrebten Ziele entsprechend, folgende Bedingungen festgestellt worden:

1. Jedes Haus mit seinem eingezäunten Lande wird, wenn nötig, mit einem möglichst die Hälfte seines Preises betragenden unkündbaren Hypothek-Kapitale eines Pfandbrief-Institutes zu 4% Zins und ½% Tilgung = 4½% Annuität an erster Stelle belastet dem Käufer übergeben.

2. Die auf dieses Hypothekkapital erwachsenen Protokollierungs- und andere Spesen, einschließlich eines eventuellen Verlustes auf die als Gegenwert dafür anzunehmenden Pfandbriefe, werden, wenn vom Käufer gewünscht und wenn tunlich, mit demselben als Last an erster Stelle, außerdem mit dem Kapitale an zweiter Stelle, im Hypothekenbuche eingetragen und dem Kaufpreise des Hauses zugerechnet.

3. Zur Erwerbung des Eigentumsrechtes muß der Käufer mindestens 10% des Kaufpreises des Hauses als Anzahlung erlegen; kann er dies nicht, so kann er zwar:

4. als Anwärter das Haus mieten, muß aber durch Abzahlungen, längstens innerhalb drei Jahren, von dem Tage seiner Kaufserklärung ab gerechnet, den zur Erwerbung des Hauses nötigen Betrag erlegt haben, und dadurch das Eigentumsrecht erwerben.

5. Solange das Eigentumsrecht nicht protokolliert ist, gilt der Anwärter nur als Mieter und ist als solcher den jeweils gültigen Mietbestimmungen und der Hausordnung für die Arbeiterwohnungen des Etablissements unterworfen, hat auch den diesbezüglichen Mietskontrakt zu unterzeichnen.

6. Der Anwärter zahlt eine bestimmte Miete, wogegen das Etablissement alle auf dem Hause ruhenden Lasten, solange das Mietsverhältnis dauert, trägt.

7. Zur Feststellung des Kaufobjektes und der Abzahlungsberechnung wird ein provisorischer Kaufvertrag abgeschlossen, welcher nach erfolgter Abzahlung der bedungenen 10 % des Hauswertes die Kontrahenten verpflichtet, definitiv protokollieren zu lassen.

8. Für den Rest der Kaufsumme wird bei der definitiven Eigentumserwerbung eine Hypothek an zweiter Stelle (einschließlich der darauf anwachsenden Kosten, wenn ℳ 25.— übersteigend und vom Käufer gewünscht, um welche der Preis des Hauses ebenfalls erhöht wird) und eine 10 %ige Kostenkaution errichtet, zu $3\frac{1}{2}$ % Zins und 9 % Tilgung = $12\frac{1}{2}$ % Annuität, so daß innerhalb $9\frac{1}{2}$ Jahren der bezügliche Betrag abbezahlt sein wird.

9. Dieses Kapitaldarlehen ist von Seite des Etablissements gegenüber den Arbeitern der Zwirnerei und Nähfadenfabrik Göggingen unkündbar, solange die Annuitätenzahlungen und Kaufbedingungen pünktlich eingehalten werden.

10. Der Rücktritt von den Kaufverträgen:

a) seitens eines Anwärters kann freiwillig erfolgen, muß aber geschehen, wenn von ihm die Abzahlungen nicht pünktlich eingehalten werden, oder er aus den Diensten des Etablissements tritt;

b) seitens eines Besitzers muß geschehen, wenn er seine Abzahlungen nicht pünktlich leistet, oder wenn er aus den Diensten des Etablissements tritt, und er im letzteren Falle nicht imstande ist, die rückständigen Annuitäten des zu erster Stelle eingetragenen Hypothekkapitales, sowie die gesamte Schuld an das Etablissement mit seinem Austritte zu erlegen.

Beim Abschluß des definitiven Kaufvertrages werden diese Bedingungen im Hypothekenbuche eingetragen.

11. Im Falle sowohl des freiwilligen, wie des erzwungenen Rücktrittes hat der zurücktretende Käufer eine Entschädigung im Betrage von ein Prozent des Kaufwertes für jedes Jahr des Besitzes, oder wenn die Abnützung mehr als 1 % erweislich betragen sollte, den hierdurch sich ergebenden Betrag zu leisten, und wird diese Entschädigung mit eventuell rückständigen Raten an der geleisteten An- und Abzahlung in Abzug gebracht, und nur der Rest der letzteren dem Zurücktretenden zurückgegeben.

12. Für den Zurücktretenden, gleichviel ob Anwärter (Mieter) oder Besitzer, gelten die Bestimmungen des § 9 der Mietbestimmungen und der Hausordnung für Arbeiterwohnungen (siehe S. 459), und muß derselbe spätestens am nächsten seinem Rücktritte oder Austritte folgenden Ziele, im Falle des Rücktrittes wenn verlangt, des Austrittes aber unbedingt, das Haus räumen.

13. Derjenige Anwärter, welcher vor oder mit der Frist von 3 Jahren nach Abschluß des Anwartvertrages durch seine Abzahlungen Besitzer des Hauses wird, erhält beim Protokoll für jedes Jahr, das er als Mieter fungierte, $\frac{1}{4}$ % des Hauswertes vergütet, abzüglich der inzwischen am Hause von seiten des Etablissements geleisteten Auslage für Reparaturen.

14. In dem definitiven Kaufvertrag (notarielles Protokoll) verpflichtet sich der Eigentümer den ursprünglichen Stand der Anlage (zur Wahrung des Zweckes derselben in seinem und seiner Nachbarn Interesse) im besten Zustande zu erhalten, und daran nichts ohne Zustimmung der Zwirnerei und Nähfadenfabrik Göggingen während der Dauer von zehn Jahren zu ändern, wogegen diese die Verpflichtung übernimmt, für nötig erachtete Bauten oder Änderungen die Pläne zu liefern.

Zu diesem Zwecke werden dem Kaufvertrage ein Plan und eine Beschreibung des Anwesens beigegeben, und in diesem die nach Vereinbarung getroffenen Änderungen nachgetragen.

Anlagen von Wirtschaften und Kaufläden, sowie Aufnahme von Aftermietern sind von der Zustimmung der Zwirnerei und Nähfadenfabrik Göggingen abhängig.

15. Zur Sicherstellung der Ausführung dieser Bestimmungen haftet zunächst die eingetragene Kostenkaution der zweiten Stelle, die auch nicht gelöscht werden kann, solange der zehnjährige Einspruchstermin besteht, und mit 5% des Kaufpreises des Hauses errichtet werden müßte, falls überhaupt eine Hypothek an zweiter Stelle nicht nötig geworden sein sollte.

16. Beim Wiederverkauf behält sich die Zwirnerei und Nähfadenfabrik Göggingen den Rückkauf zu dem jeweils protokollierten Kaufschillinge vor, gleichviel ob der Käufer in Diensten des genannten Etablissements steht oder nicht.

Diese Bedingung ist im Hypothekenbuch einzutragen.

17. Außer dem Etablissement kann von den durch dasselbe hergestellten Wohnhäusern ohne dessen Einwilligung niemand mehr als ein Haus erwerben.

18. Im Falle einer Zerstörung der Anlage durch Feuer oder andere höhere Gewalt gelten für den Wiederaufbau die gleichen Bedingungen, wie für vorzunehmende Änderungen oder den Wiederverkauf.

Mietbestimmungen und Hausordnung.

§ 1. Zweck der Arbeiterwohnungen ist, den im Etablissement beschäftigten Arbeitern und deren Familien gesunde Wohnungen gegen billige Miete zu gewähren.

§ 2. Bewerbungen um solche Wohnungen haben auf dem Fabrik-Comptoir zu geschehen, woselbst sofort nach Zusage ein Mietvertrag auf Grund dieser Bedingungen und Hausordnung zu unterzeichnen ist.

§ 3. Untermieter ledigen Standes, jedoch nur wenn sie im Etablissement beschäftigt sind, können von verheirateten Mietern aufgenommen werden; die Aufnahme ist aber auf dem Fabrik-Comptoir **zuvor** anzuzeigen und hat sich für je eine Wohnung stets nur auf Personen einerlei Geschlechtes zu beschränken.

Verwandte und Freunde außer der eigenen Familie und den angezeigten Untermietern darf kein Mieter weder dauernd noch vorübergehend beherbergen.

Familienglieder des Mieters, die in einer anderen Fabrik arbeiten, können ebenfalls nicht an dem Genuß der Wohnung teilnehmen; vorübergehende Ausnahmen unterliegen besonderer Bewilligung.

§ 4. Erhebung des Mietzinses geschieht vierzehntätig am Fabrikzahltage durch Abzug am Lohn, und zwar je für jene 14 Tage, über welche an dem treffenden Zahltag abgerechnet wird. Mit den Untermietern haben die Vermieter selbst abzurechnen und wird hierfür keine Hilfe zugesagt.

§ 5. Kündigung der Wohnung durch den Mieter soll wenigstens 6 Wochen vor dem Auszuge erfolgen, um anderen dieselbe rechtzeitig zuteilen zu können. Es ist aber auch erlaubt mit kürzerer Frist zu kündigen oder sofort auszuziehen, nur ist der Tag des Auszuges auf dem Comptoir anzugeben und dann einzuhalten.

§ 6. Kündigung der Fabrik wird in der Regel dem allgemeinen Gebrauch entsprechend vierteljährig erfolgen, solange der Mieter im Dienste der Fabrik sich treu und fleißig bewährt und in seiner Wohnung Zucht und Ordnung hält, im Falle des Gegenteils aber, wie überhaupt, behält sich die Fabrik das Recht einer früheren Lösung der Miete jederzeit vor.

§ 7. Zur Hausordnung wird insbesondere festgesetzt:

a) Zucht, Reinlichkeit, Ordnung und Friede im Hause und mit der Nachbarschaft zu erhalten, hat sich der Mieter angelegentlichst zu bestreben, und ist er für Zuwiderhandlungen seiner Angehörigen und Untermieter verantwortlich.

b) Die Schließung der Wohnhäuser muß im Winter um 9 Uhr, im Sommer um 10 Uhr geschehen.

c) Handel mit Speisen, Getränken und sonstigen Gegenständen, sowie Trinkgelage sind strengstens verboten.

d) Reinigung der gemeinschaftlichen Abtritte und Treppen eines Stockwerkes hat von den beiden Parteien desselben, diejenige der Kellertreppen, der aus dem Hause führenden Straße, und der gemeinschaftlichen Plätze vor und hinter dem Hause von allen Parteien eines Hauses abwechslungsweise in wöchentlichem Turnus zu geschehen [1].

e) Desinfektion, wenn solche polizeilich angeordnet oder sonst auch nötig erachtet wird, haben die Mieter zu besorgen und sich für diesen Fall nach den Anordnungen des Vermieters zu richten.

f) Weißeln der Wohnung hat im Interesse der Reinlichkeit sowohl als der Gesundheit jedes Jahr einmal zu geschehen.

g) Holz innerhalb der Gebäude darf nicht gespalten werden, noch darf solches in den Hausgängen und an den äußeren Mauern angeschichtet werden.

h) Asche muß stets gut abgelöscht werden und darf nur im Keller in einem Eisengefäße aufbewahrt werden.

i) Waschen ist im Hause weder in den Zimmern noch in den Küchen, Kellern und Vorplätzen erlaubt.

k) In die Abtrittsgruben darf weder Wasser noch Kehricht geschüttet werden.

l) Schlüssel erhält der Mieter zu jeder Tür und zur Haustür einen, und darf eigenmächtig kein Schlüssel angeschafft werden, sondern ist Mehrbedarf auf dem Fabrik-Comptoir anzuzeigen.

m) Einen Hausmeister resp. Verwalter für ein oder mehrere Häuser, der auf Erhaltung der Gebäude und auf Einhaltung der Hausordnung zu sehen, und für Schlichtung allenfallsiger Differenzen sorgt, behält sich die Fabrik vor, aufzustellen.

n) Das Wohnen in dem Arbeiterviertel verpflichtet sowohl Mieter als Untermieter zum Beitritte bei der Fabrik-Feuerwehr.

§ 8. Hausreparaturen mit Ausnahme der kleineren und solcher, an welchen die Mieter nachweisbar die Schuld tragen, übernimmt die Fabrik, ebenso wie die Reinigung der Senk- und Abtrittgruben.

Weißeln, Ofenputzen, Kaminkehren und die Unterhaltung der Herde und Öfen haben die Mieter zu bestreiten.

§ 9. Die Wohnung samt Inventarstücken verpflichtet sich der Mieter in gutem Zustande zu erhalten und beim Abzuge in solchem zu übergeben, sowie für Beschädigungen Ersatz zu leisten.

---

1) Diese Hausordnung gilt auch für Mehrfamilienhäuser.

Voranschlag.

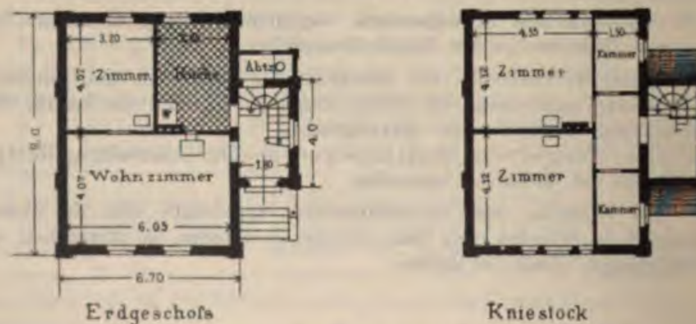
Grund ca. Quadratmeter	365
à ℳ 2.— für den □m einschließlich Straßenanlage-Kosten	ℳ 730.—
Bausumme	„ 4815.—
Brunnen	„ 105.—
Garten- und Hofplanie, Senkgrube, Abwasserleitungen usw.	„ 290.—
Zäune	„ 275.—
Gartenanlage und Anpflanzung	„ 70.—
Allgemeines und in Anschlägen Nichtvorhergesehenes	„ 628.—
	ℳ 6913.—

Nach Ausführung vielleicht auch etwas höher:
Hiernach wurden indessen, in der Annahme aber doch Ersparungen erzielen zu können, die Preise vorbehaltlich jederzeitiger Änderung vorerst festgesetzt mit . . . ℳ 6500.—

Die Miete für die „Zahltagsperiode" (14 Tage) beträgt ℳ 11.— und zwar ℳ 10,50 für die Wohnung, 50 ₰ für den Garten.



Abb. 2a.



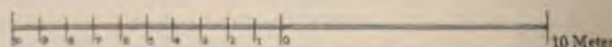


Abb. 2b. Arbeiterwohnhaus der Zwirnerei und Nähfadenfabrik Göggingen (Einfamilienhäuser).

b) Vierfamilienhäuser und Arbeiterkasernen.

Als Muster für Vierfamilienhäuser, wie für sog. Arbeiterkasernen
en folgende Pläne und Zeichnungen der **Vereinigten Maschinen-
k Augsburg und Maschinenbau-Gesellschaft Nürnberg A.-G.**
n. (Abb. 3a bis 3d und 4a bis 4b).



Abb. 3a.

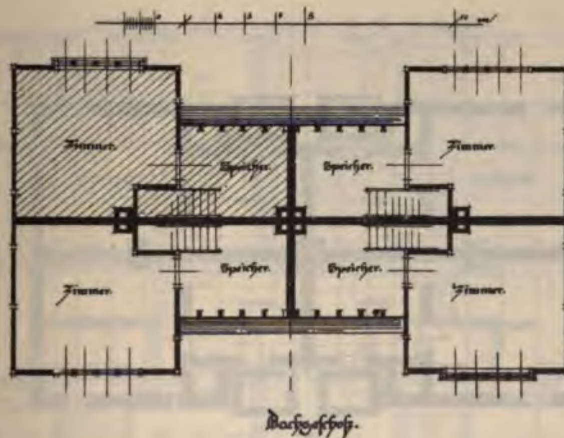
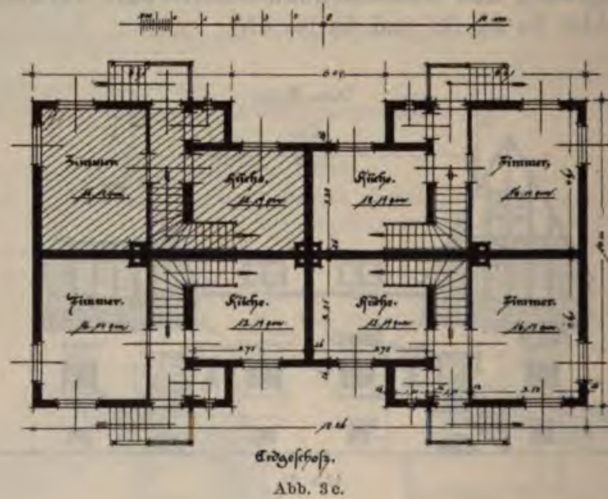


Abb. 3b. Arbeiterwohnhaus für 4 Familien, Gustavsburg; bebaute Fläche 170 qm.

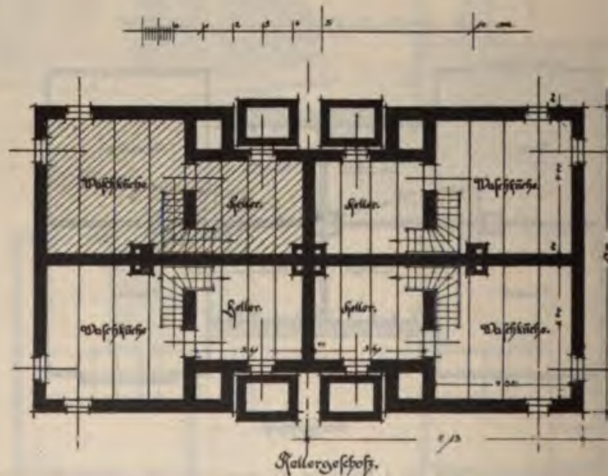
)ie Räume, welche je eine Wohnung bilden, sind durch Schraffierung ge-
ichnet. Die Angaben des Mietpreises sind bei der Reproduzierung der
fortgeblieben.
ie Verzinsung des in den Arbeiterhäusern angelegten Kapitals beträgt z. Z.
nberg etwa 1%, in Gustavsburg annähernd 2%.
)ie Erfahrungen, welche die Fabrik mit den Arbeiterwohnungen gemacht
nd im allgemeinen nicht ungünstig, insbesondere in Gustavsburg, wo das

Angebot an billigen Arbeiterwohnungen nur gering ist. Etwas schlechter liege die Verhältnisse in Nürnberg, was sich auch in der geringen Verzinsung von nu 1 % ausdrückt. Dort ist das Angebot in kleinen und kleinsten Arbeiterwohnunge sehr groß. Das Werk liegt etwa ¼ Stunde von der Bebauungsgrenze der Stad



Erdgeschoß.

Abb. 3c.



Kellergeschoß.

Abb. 3d. Arbeiterwohnhaus für 4 Familien, Gustavsburg; bebaute Fläche 170 qm.

entfernt und um das Werk sind eine Reihe von Häusern im typischen Mietskasernenstil entstanden. Die Mietspreise in diesen Häusern können naturgemäß niedriger gehalten werden, als in den kleinen Arbeiterhäusern. Mit der gegenüber 1899 und 1900 gesunkenen Konjunktur war ein Rückgang der Arbeiterzahl im Werk verbunden, so daß die Nachfrage nach Wohnungen also abnahm und die Mietspreise in den Privathäusern infolgedessen noch weiter sanken. Unter

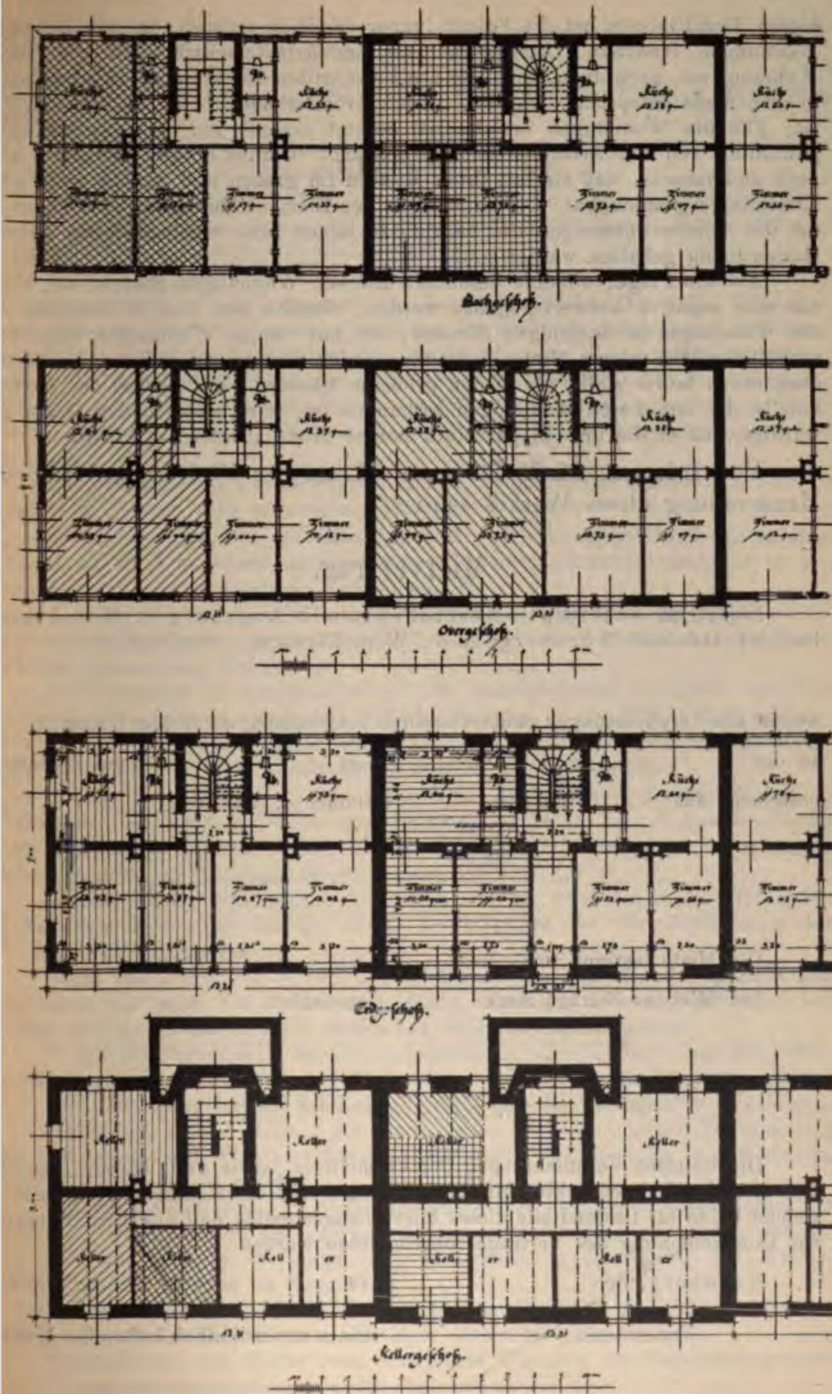


Abb. 4a und 4b. Arbeiterhaus für 20 Familien, Nürnberg.

diesen Verhältnissen hat die Fabrik immer damit zu rechnen, daß ein Teil ihrer Wohnungen leersteht. Der größte Teil der Arbeiterschaft zieht die billige Wohnung vor, auch dann, wenn sie den Vorschriften der Wohnungshygiene nicht in dem Maße entspricht, wie dies in den Arbeiterhäusern der Fabrik der Fall ist. Für die Wohnungen der Fabrik kommt deshalb nur ein gewisser ausgewählter Teil der Arbeiterschaft in Betracht. Daraus erklärt sich dann aber auch andererseits, daß sie mit ihren Mietern im großen und ganzen recht gute Erfahrungen gemacht hat. Die minderwertigen Elemente bewerben sich gar nicht um die Arbeiterwohnungen der Fabrik, in denen eine vergleichsweise strenge Hausordnung gehalten werden muß.

Auf die Frage, ob eine besondere Art von Wohnungen gesucht sei, kann nur eine negative Antwort gegeben werden, nämlich die, daß in Nürnberg für die Wohnungen in denjenigen Häusern, die nur wenige Wohnungen enthalten, verhältnismäßig schwer Mieter gefunden werden können, da sich der Mietspreis eben etwas teurer stellt, als in den größeren Häusern. Der Vorteil des Gartenanteils, der mit diesen Wohnungen verbunden ist, wird nicht in dem Maße gewürdigt, daß er die um ein par Mark höhere Miete ausgleichen könnte.

Von Interesse dürfte für unsere Leser der Mietvertrag nebst der Hausordnung dieses Werkes sein:

Mietvertrag.

Die Firma Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg u. Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A.-G., Werk Nürnberg, vermietet an ______

______

welche alle Verpflichtungen samtverbindlich übernehmen, die in dem Hause Nr. ______

an der ______ im ______ gelegene Wohnung,

bestehend aus ______ Zimmer__, ______ Kammer__, Küche ______

______

______

______

Die Miete beginnt am: ______

Der Mietzins beträgt Mark ______ monatlich.

______

______

______

Die weiteren Verpflichtungen der Vermieterin, sowie de__ Mieter__ sind in den umstehend abgedruckten Mietbestimmungen und der Hausordnung enthalten, welche beide als Bestandteile dieses Mietvertrages gelten und von den Mietern vor Unterzeichnung des Vertrages durchgelesen wurden.

Nürnberg, den ______ 19__

Vermieterin: Die samtverbindlich haftenden Mieter:

I. Mietbestimmungen.

1. Über die Zuweisung der Wohnungen entscheidet die Direktion des Werkes Nürnberg.

Gesuche um Zuweisung einer Wohnung sind beim Hausmeister des Werkes im Pförtnerhaus an der Katzwangerstraße vorzubringen.

2. Bei Verheirateten erfolgt die Vermietung an Mann und Frau gemeinschaftlich, und es haften demgemäß beide samtverbindlich für alle der Vermieterin gegenüber übernommenen Verpflichtungen.

3. Die Übergabe der Wohnung findet in Gegenwart des Mieters, sowie des Hauswartes statt, welcher darüber eine Verhandlung aufnimmt. Die Verhandlung gibt eine Beschreibung des Zustandes der einzelnen Räume und der darin befindlichen Gegenstände und hat das Anerkenntnis des Übernehmenden zu enthalten, daß er verpflichtet ist, bei der dereinstigen Rückgabe der Wohnung dieselbe in dem übernommenen bzw. in gutem, bewohnbarem Zustand zu übergeben, oder sich die Herstellung dieses Zustandes auf seine Kosten gefallen zu lassen.

Zum bewohnbaren Zustande gehört, daß alles zu dem bestimmten Zwecke brauchbar ist und nicht erst einer Ausbesserung bedarf.

4. Für etwaige, ihr unbekannte, aber bei Vertragsabschluß vorhandene Mängel ist die Vermieterin nicht haftbar oder ersatzpflichtig, wenn sie in angemessener Frist die mögliche Abhilfe schafft.

5. Jeder Mieter einer Wohnung hat sich bei Übernahme derselben durch Unterschrift der Verhandlung zu verpflichten, die Mietbedingungen und die Hausordnung genauestens einzuhalten.

6. Aftermiete ist ausgeschlossen. Die unentgeltliche Aufnahme von Personen über 10 Jahren, welche zur Zeit des Einzugs in die Wohnung der Haushaltung noch nicht angehörten, ist ohne Rücksicht auf ein etwaiges Verwandtschaftsverhältnis von der Genehmigung der Direktion abhängig.

7. Die Miete ist zum 1. des Monats für den vorangegangenen Monat zu entrichten. Ist der 1. ein Sonn- oder Feiertag, so ist am darauffolgenden Werktage Zahlung zu leisten. Zahlstelle ist die Kasse des Werkes im Verwaltungsgebäude; geöffnet Werktags 10—3 Uhr.

Ziehen Mieter während des Monats ein, so wird am 1. des folgenden Monats der Teilbetrag für die Miete bezahlt, der bei der Einmietung der Wohnung festgesetzt ist.

Zieht ein Mieter vor Ablauf der Mietsdauer aus, so hat er den laufenden, gegebenenfalls auch den später noch fällig werdenden Mietzins sofort zu bezahlen und dem Hauswart die sämtlichen Schlüssel zu übergeben.

8. Die Kündigungsfrist ist die vierteljährliche, zum Schlusse eines Kalendervierteljahres.

Die Kündigung hat spätestens am 3. Werktage des Vierteljahres zu erfolgen.

Außerdem haben Wohnungsinhaber, wenn sie aus eigener Veranlassung aus der Arbeit beim Werke treten, auf Verlangen der Direktion die Wohnung innerhalb 8 Tagen zu räumen.

Erfolgt die Entlassung eines Wohnungsinhabers wegen strafbaren Verhaltens desselben, so kann auch die sofortige Räumung der Wohnung verlangt werden.

9. Ferner ist die Wohnung ohne vorhergehende Kündigung auf Aufforderung binnen 3 Tagen zu räumen:

a) wegen Nichtbezahlung des Mietzinses für zwei aufeinanderfolgende Termine trotz erfolgter einmaliger Mahnung.

b) wenn sich der Mieter trotz einmaliger Warnung der Hausordnung oder den Mietbestimmungen nicht fügt.

10. Nach erfolgter Kündigung ist der Mieter verpflichtet, die Räume durch Mietsuchende in Begleitung des Hauswarts in der Zeit von morgens 9 Uhr bis abends 6 Uhr besichtigen zu lassen.

11. Die Rückgabe der Wohnung findet in Gegenwart des Mieters an den Hauswart statt. Findet dieser hierbei Mängel, deren Beseitigung dem Mieter oblag, so werden dieselben sofort festgestellt und nach Abzug des Mieters auf dessen Kosten beseitigt.

12. Für jede Beschädigung, welche an der Mietwohnung oder dem Wohnhause und den Zugehörungen (Waschküche, Aschengrube, Zäune, Baumpflanzungen usw.) durch den Mieter oder dessen Angehörige verursacht wird, bleibt der Mieter verantwortlich und haftbar.

13. Bauliche Veränderungen irgend welcher Art dürfen ohne vorhergehende Genehmigung der Direktion nicht ausgeführt werden. Werden solche genehmigt, so sind sie grundsätzlich auf Kosten des Mieters auszuführen und zugleich wird bestimmt, ob sie bei Räumung der Wohnung zu entfernen sind, oder belassen werden können.

14. Der bauliche Unterhalt der Wohngebäude obliegt der Firma.

Auf Kosten der Wohnungsinhaber sind jedoch in Stand zu halten:

a) die Fensterscheiben,
b) die Beschläge und Schlösser an Fenstern und Türen, soweit sie nicht infolge Gebrauchs gänzlich unbrauchbar werden,
c) der Anstrich aller inneren Wände nebst deren Ausbesserungen, falls er außerhalb des üblichen 3jährigen Turnus notwendig wird,
d) die Ausbesserung aller Beschädigungen, welche durch Mutwillen oder Fahrlässigkeit des Inhabers und seiner Angehörigen veranlaßt werden.

Soweit die Wohnungsinhaber hiernach verpflichtet sind, einzelne Gegenstände in gutem Zustande zu erhalten und die kleineren Ausbesserungen vornehmen zu lassen, haben sie für die rechtzeitige Beseitigung aller Schäden an den zu unterhaltenden Gegenständen für eigene Rechnung Sorge zu tragen. Unterlassen sie dieses, so erfolgt die Ausführung der betreffenden Ausbesserungen auf Rechnung des Wohnungsinhabers, der auch für den durch die verspätete Ausführung etwa erwachsenen Schaden haftet.

15. Nägel, Spiegel-, Vorhang- und Rouleaux-Haken, gleichviel, ob sie auf Kosten des Werkes oder des Wohnungsinhabers beschafft wurden, dürfen seitens des Letzteren beim Umzug nicht wieder entfernt werden.

16. In den Höfen dürfen außer Tischen und Bänken keinerlei feststehende Nebenbauten, wie Hütten, Ställe usw. errichtet werden.

Die Baumpflanzungen sind besonders zu schonen. An den Bäumen dürfen Leinen zum Wäschetrocknen, Kinderschaukeln usw. nicht angebracht und ebensowenig Nägel in die Bäume eingeschlagen werden.

17. Die Beleuchtung der Treppen, Aufgänge erfolgt auf Kosten des Werkes, das Reinigen und Instandhalten der hierzu benötigten Lampen usw. besorgt der Hauswart.

18. Die Nichteinhaltung der vorstehenden Mietbestimmungen, sowie die Übertretung der angefügten Hausordnung können von seiten der Direktion mit Ordnungsstrafen von 50 Pfennigen bis zu 5 Mark belegt und im Wiederholungsfalle mit Entziehung der Wohnung bestraft werden.

Die Strafgelder fließen der Krankenkasse des Werkes zu.

19. Von den Mietbestimmungen und der Hausordnung erhält jeder Mieter ein gedrucktes Exemplar ausgehändigt.

II. Hausordnung.

1. Zur Aufrechterhaltung der Ordnung in den Wohnhäusern des Werkes, sowie zur Überwachung des baulichen Zustandes dieser Gebäude ist ein Hauswart aufgestellt, dessen Anweisungen alle Inwohner unweigerlich Folge zu leisten haben und dem jederzeit Zutritt zu den Wohnungen gestattet ist. Unbotmäßigkeit gegen den Hauswart wird mit Ordnungsstrafen belegt und es haften hierbei die Mieter für ihre Angehörigen.

Mitteilungen, Beschwerden oder Wünsche der Mieter sind an den Hauswart zu richten und von diesem durch den Hausmeister des Werkes zur Entscheidung an die Direktion zu leiten.

Beschwerden über den Hauswart richtet der Mieter an den Hausmeister des Werkes, der das Weitere vermittelt.

Es ist dem Hauswart streng untersagt, Trinkgelder und dergl. von seiten der Mieter anzunehmen.

2. Der Mieter ist verpflichtet, Zucht, Ordnung und Frieden im Hause und mit den Nachbarn nicht nur selbst zu üben, sondern auch seine Angehörigen strengstens hierzu anzuhalten.

Störung der Ruhe und Ordnung auf den Straßen und den Höfen ist verboten, namentlich Lärmen, Werfen mit Steinen, Schießen mit Schußwaffen aller Art, Abbrennen von Feuerwerkskörpern usw.

Die Eltern haben in dieser Richtung ihre Kinder gehörig zu überwachen und sind für alle Vorkommnisse haftbar.

Musizieren nach 10 Uhr abends ist untersagt.

3. Zum Betriebe eines Handels oder sonstigen Gewerbes, einerlei ob dasselbe auf den eigenen, den Namen der Frau oder den einer anderen Person geführt werden soll, ist die Genehmigung der Direktion erforderlich.

4. Das Halten von Haustieren, namentlich von freilaufendem Geflügel ist untersagt. Nicht bissige Hunde und Katzen sind hiervon ausgenommen — ebenso nicht störende Singvögel.

Verunreinigungen und Beschädigungen durch Haustiere werden auf Kosten des Wohnungsinhabers behoben.

5. Im Winter und im Sommer werden die Haustüren um 9 Uhr abends geschlossen. Das Schließen hat in jedem Hause durch einen vom Hauswart zu bestimmenden Mieter zu erfolgen.

Jeder Wohnungsinhaber erhält zur Vorgartentüre einen, zur Haustüre zwei, zu den Zimmertüren je einen Schlüssel. Für den guten Verschluß der Speicher- und Kellerabteilung hat der Mieter selbst zu sorgen.

Die übergebenen Schlüssel bleiben Eigentum des Mietgebers.

Wird ein Hausschlüssel verloren, so muß der Mieter das betreffende Schloß, sowie alle zugehörigen Schlüssel auf seine Kosten umändern lassen. Die Selbstbeschaffung von Schlüsseln ist den Mietern verboten.

6. Der Inhaber einer Wohnung ist auf die Benutzung der ihm vom Werke zugewiesenen Räume beschränkt.

Außerhalb derselben darf er weder Gerätschaften aufstellen, noch Arbeiten vornehmen. Es ist verboten, die Treppen oder die außerhalb der Wohnungen gelegenen Flure mit Gegenständen zu belegen und andere Arbeiten vorzunehmen, als zur Reinhaltung derselben erforderlich ist. Insbesondere ist das Hinterstellen von Fahrrädern, Karren, Kinderwagen u. a. untersagt.

7. Die Mieträume sind andauernd in gutem Zustande und rein zu erhalten und dürfen nicht mehr abgenützt werden, als eine ordnungsmäßige Benutzung mit sich bringt.

Auf die Fensterbänke dürfen Blumenkasten oder Blumentöpfe nur dann gestellt werden, wenn dieselben gegen Herabfallen genügend gesichert und zum Auffangen des Wassers geeignete Gefäße untergestellt sind.

An den nach der Straße zu gehenden Fenstern, sowie den an der Straße liegenden Umzäunungen dürfen Betten, Wäsche und andere Sachen nicht aufgehängt werden und aus keinem Fenster darf Flüssigkeit gegossen oder irgend etwas geworfen werden.

8. In Küchen und Wohnräumen darf weder gewaschen, noch Holz klein gemacht werden. Weder auf den Speicherabteilungen noch in den Wohnräumen dürfen Brennmaterialien oder feuergefährliche Gegenstände wie Hobelspäne, Stroh, Papierabfälle usw. gelagert werden.

9. Jeder Wohnungsinhaber ist für sich und seine Angehörigen dafür verantwortlich, daß mit Feuer und Licht auf das vorsichtigste umgegangen wird.

Boden- und Kellerräume dürfen niemals mit offenem Lichte, sondern nur mit geschlossener Laterne betreten werden. Keller- und Speicher-Vortüren sind verschlossen zu halten.

Kinder dürfen niemals ohne Aufsicht von Angehörigen bzw. einer erwachsenen Person und namentlich nicht in verschlossenen Räumen allein gelassen werden.

10. Bei Brandgefahr sind sofort Löschversuche anzustellen, gleichzeitig ist der Hauswart oder der Hausmeister zu verständigen, um nötigenfalls zu alarmieren.

11. Die Reinigung der Kamine geschieht auf Kosten des Werkes. Dagegen ist die Entfernung des Rußes Sache des Mieters, der auch Öfen und Herde durch die hierzu bestimmten Personen auf seine Kosten regelmäßig reinigen läßt. Der Kaminkehrer hat Zutritt zu den Räumen, in welchen sich Putztürchen befinden.

Die Kosten für regelmäßige Entleerung der Abortgruben trägt das Werk.

12. Sind Abortrohre durch Einwerfen von Gegenständen irgendwelcher Art verstopft, so erfolgt die Reinigung auf Kosten des Mieters. Läßt sich der schuldige Teil nicht zweifellos ermitteln, so werden alle Parteien, welche über dem Ort der Verstopfung wohnen, zu gleichen Teilen zu den Kosten herangezogen.

13. Vom Mieter beobachtete Schäden an den Baulichkeiten, wie undichte Stellen im Dache, eindringendes Wasser oder feuchte Stellen im Keller, beschädigte Treppen oder Geländer, mangelhafte Schlösser an gemeinsamen Türen usw. sind dem Hauswart zur Beseitigung der Übelstände anzumelden.

Die Inhaber von Kellerabteilungen, durch welche Wasserleitungsrohre geführt sind, haben nach Möglichkeit und in ihrem eigenen Interesse darauf zu achten, daß bei eintretendem Frostwetter die Kellerfenster gut verschlossen und die Leitungen vor Frost bewahrt bleiben.

14. Die Bewohner des Erdgeschosses haben den Vorflur des Geschosses, die Haustüre, die Kellertreppe, sowie die Eingangsstufen vor der Haustüre rein zu halten. Den Bewohnern des 1. und 2. Obergeschosses obliegt die Reinigung der zu denselben führenden Treppe und den Bewohnern des obersten Geschosses die Reinigung der Treppe zur Wohnung und der Treppe zum Dachraum.

Alle Treppen sind täglich zu kehren und mindestens jeden Samstag zu scheuern.

Die beiden Parteien eines Stockwerks wechseln nach Anordnung des Hauswartes in diesen Arbeiten wöchentlich.

15. Jede Verunreinigung der Gebäude, Hofräume und Straßen, sowie das Hinauswerfen von Unrat, Scherben, Knochen, Asche, Kehrichtabfällen usw. ist streng verboten.

Dieselben sind vielmehr nur in die hierfür bestimmten Tonnen zu bringen. *Asche muß* vorher mit Wasser abgelöscht werden.

Stroh aus Strohsäcken, Holzwolle, Packmaterial u. dergl. darf nicht in die Tonnen geleert, sondern muß aus dem Bereich der Wohngebäude entfernt werden.

Die Tage, an denen die Kehrichtabfuhr stattfindet, werden bekannt gegeben.

16. Abspül-, Putz- oder sonstiges schmutziges Wasser darf nicht in die Aborte, sondern muß in den in jeder Küche angebrachten Abguß geschüttet werden.

17. Das Einschalten der Beleuchtung der Treppenaufgänge bei eintretender Dunkelheit, sowie das Ausschalten derselben um 9 Uhr abends bei Schluß der Haustüre ist von einer hierzu beauftragten Mietpartei im Erdgeschoß zu besorgen. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die hiermit betraute Mietpartei nach § 823 des Bürgerlichen Gesetzbuches für alle Unfälle schadenersatzpflichtig ist, welche sich infolge fehlender Beleuchtung der Treppenaufgänge ereignen.

18. Die zu den Arbeiterhäusern gehörigen Waschküchen werden auf die Parteien so verteilt, daß jede Partei im Monat 2 Waschtage für sich zur Verfügung hat. Die Benutzung anderer Waschküchen als der zugewiesenen ist untersagt.

Der Hauswart führt für jede Waschküche einen besonderen Kalender, aus dem die Zuteilung ersichtlich ist. Die Inwohner haben sich an die aufgestellte Reihenfolge in der Benutzung zu halten. Ein Wechsel in der Benutzung ist vorher dem Hauswart anzuzeigen.

Beansprucht eine Partei ausnahmsweise einen 3. Waschtag im Monat, so hat sie sich hierzu vom Hauswart den Tag anweisen zu lassen.

Gewerbsmäßige Wäscherei kann in den Waschküchen des Werkes nicht geduldet werden, ebenso nicht die Benutzung durch Leute, die nicht in den Wohnhäusern selbst wohnen.

In gleicher Weise ist es mit der Benutzung der Trockengestelle auf den Höfen, oder in den Speichervorräumen zu halten. Der Schlüssel zur Waschküche ist beim Hauswart zu holen und nach Gebrauch der Waschküche wieder dort abzugeben.

Die Waschküche wird stets nach Gebrauch von der benutzenden Partei durchaus gereinigt.

Jede Unterlassung ist von der nachfolgenden Partei dem Hauswart mitzuteilen, damit dieser das Weitere veranlaßt oder die Reinigung auf Kosten der Vorbenutzer vornehmen läßt. Waschtürenschlüssel dürfen sich die Mieter nicht selbst beschaffen; widrigenfalls wird auf Kosten des Betreffenden ein neues Schloß angebracht.

Es mögen nun noch einige Mitteilungen der Firma **Cornelius Heyl-Worms** folgen, die deshalb interessant sind, weil die Erfahrungen dieser Firma von denen der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg wesentlich abweichen. Zum Vergleich mögen Angaben der „Aktiengesellschaft zur Erbauung billiger Wohnungen" dienen, die gleichfalls in Worms ihren Sitz hat.

Die Jahresmiete für eine Zweizimmerwohnung und Küche (Vierfamilienhaus) stellte sich (inkl. Wasserverbrauch):

bei der Firma Heyl	bei d. Aktienges. z. Erb. bill. Wohn.
für den I. Stock auf *M.* 145	für den I. Stock auf *M.* 165 bis 181
„ „ II. „ „ „ 95	„ „ II. „ „ „ 120 „ 140

Die Miete für Dreizimmerwohnungen u. Küche (Einzelhaus) je nach Größe des Gartenanteils und der Küche usw.:

bei der Firma Heyl	bei d. Aktienges. z. Erb. bill. Wohn.
für den I. Stock auf ℳ 180	für den I. Stock auf ℳ 250
„ „ II. „ „ „ 150	„ „ II. „ „ „ 190 bis 210.

Der Mietertrag entspricht einer Verzinsung von ca. 3 %. Die Aktiengesellschaft zur Erbauung billiger Wohnungen hat Verwaltungskosten und verschiedene Ausgaben anderer Art, welche bei der Firma Heyl nicht in Betracht kommen, daher mußte der Mietzins der Aktiengesellschaft etwas höher für die Wohnungen gerechnet werden. Die Wohnungen sowohl bei der Firma Heyl wie bei der Aktiengesellschaft sind sehr gesucht und stehen niemals leer.

Seitens der Arbeiterschaft der Firma Heyl sind die Dreizimmerwohnungen am meisten begehrt, während bei der Aktiengesellschaft mehr Reflektanten für die Zweizimmerwohnungen vorhanden sind. Der Grund, daß die Wünsche hier so verschieden sind, liegt teils in den unterschiedlichen Mietpreisen, teils auch darin, daß viele Mieter der Aktiengesellschaft Leute mit geringerem Einkommen (kleine Handwerker, Taglöhner usw.) sind, während die Arbeiter der Firma Heyl im allgemeinen einen höheren Verdienst haben.

II. Schlafhäuser.

Die Errichtung besonderer Schlafhäuser muß ins Auge gefaßt werden, wenn die Fabrik entweder sehr weit von einer Ortschaft entfernt liegt, oder wenn man auf das Angebot von Arbeitskräften aus Nachbardörfern angewiesen ist, und infolge schlechter Verkehrsverhältnisse oder allzu weiter Wege es den Arbeitern unmöglich ist, jeden Abend heimzukehren.

In diesen Fällen ist es geboten, dem Arbeiter eine gesunde, zweckentsprechend eingerichtete Schlafstätte zu verschaffen. Neben einem einfachen Bett, Stuhl und Waschgelegenheit steht dem Arbeiter gewöhnlich ein verschließbarer Schrank oder der Teil eines solchen zur Verfügung, in dem er seine Sachen unterbringen kann. Gewöhnlich dienen als Schlafräume Säle, in denen je 6—12 oder 20, in den großen Bergwerksdistrikten auch wohl noch mehr Personen untergebracht sind. Empfehlenswert dürfte es jedoch sein, bei der Anlage von Schlafhäusern darauf Rücksicht zu nehmen, daß sehr große Schlafräume einen unwohnlichen Eindruck machen und im Arbeiter das Bewußtsein, ein Heim zu besitzen, nicht aufkommen lassen. Kleinere Räume, die von 6—8 Mann belegt sind, wirken gemütlicher; die Ordnung und Sauberkeit läßt sich darin leichter aufrecht erhalten als in großen Sälen; die Bewohner kleinerer Räume zeigen in der Regel auch mehr Interesse und mehr Verantwortlichkeitsgefühl für den Zustand ihres Zimmers als die Insassen großer Säle. Außer den Schlafsälen sind gewöhnlich noch ein oder mehrere Zimmer vorhanden, in denen sich die Arbeiter an den Abenden aufhalten können. Zur Erwärmung der Schlafsäle und sonstigen Zimmer dient schon jetzt vielfach irgend ein System der Zentralheizung, und diese dürfte

bei Neuanlagen auch von vornherein ins Auge gefaßt werden. Für die Reinhaltung und das tägliche Ordnen der Betten haben die Arbeiter zum Teil selber zu sorgen.

Hausordnungen regeln die Ordnung und den Verkehr in den Schlafhäusern, denen entweder ein Beamter oder ein älterer Arbeiter vorsteht. Jede Stube oder jeder Saal hat gewöhnlich außerdem einen Stubenältesten.

Mit der Beköstigung befassen sich die Schlafhäuser im allgemeinen



Abb. 5a.

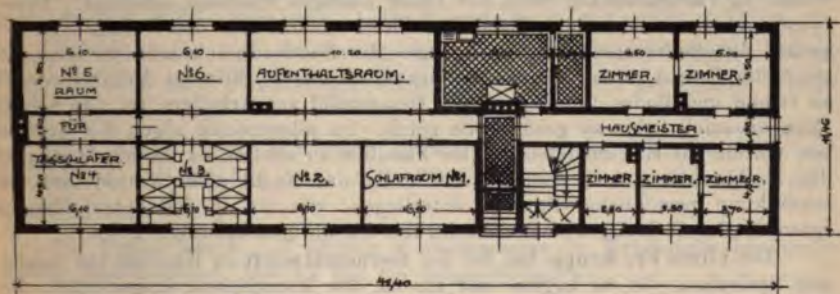


Abb. 5b. Logierhaus für 72 Mann der Firma Leopold Casella & Co. in Mainkur bei Frankf. a. M.

nicht, da in der Regel Speiseanstalten als selbständige Anlagen der Fabrik vorhanden sind.

Die Anilinfarbenfabrik von **Leop. Casella & Co.** in **Mainkur** bei Frankfurt a. M. hat für unverheiratete Arbeiter und solche, die nur an Sonnabenden oder in noch längeren Zeitabschnitten ihre auswärts wohnenden Familien besuchen, Schlafräume eingerichtet, in denen 144 Mann untergebracht sind. Die Bauart und Einrichtung ist aus vorstehendem Plan (Abb. 5a und 5b) ersichtlich. Die Baukosten eines Logierhauses für 72 Mann betragen 60 000 ℳ, die Einrichtungskosten 12 000 ℳ.

Die Schlafsaalordnung enthält u. a. folgende Bestimmungen:

Jeder Arbeiter, der nicht in Mainkur mit seiner Familie angesessen ist

und mindestens sechs Monate in der Fabrik arbeitet, hat, soweit der Platz reicht, Anrecht auf Benutzung der Schlafsäle. In jedem Schlafraum stehen sechs Betten. Jedes Bett wird mit einem Mann belegt. Jeder Mann erhält einen verschließbaren Schrank, einen Wasch- und einen Nachttisch. Die Bettwäsche wird monatlich bzw. bei Belegung eines Bettes durch einen neu Einziehenden erneuert. Jeder Mann erhält jeden Montag ein reines Handtuch. An Wochenmiete zahlt der Mann für Schlafstelle einschl. Reinigung, Heizung, Beleuchtung, sowie Benutzung des Speiseraumes 1 ℳ, welcher Betrag bei der Lohnzahlung vom Lohn abgezogen wird. Im Sommer wird der Schlafsaal um 11 Uhr, im Winter um 10 Uhr geschlossen, worauf das Licht gelöscht wird. Die Kündigung der Schlafstelle muß beim Hausmeister spätestens am Freitag für den folgenden Donnerstag erfolgen. Austritt oder Entlassung aus der Fabrik ziehen sofortige Räumung des Schlafsaals nach sich. Die Bewohner des Schlafsaales können vom Hausmeister gegen bare Bezahlung zu von der Fabrik festgesetzten Preisen Speisen und Getränke mit Ausnahme von Spirituosen erhalten. Jedoch hat jeder das Recht, auch von anderer Seite bezogene Speisen im Speisezimmer zu verzehren. Verfehlungen gegen die Hausordnung werden mit zeitweiligem oder gänzlichem Ausschluß bestraft. Beschwerden sind im Instanzenwege beim Hausmeister, den Betriebsführern und dem Direktor persönlich anzubringen.

Die Farbwerke **vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst** haben zur Vermehrung gesunder Schlafstellen für ledige und entfernt wohnende verheiratete Arbeiter seit 1888 mehrere Schlafsäle erbaut. In denselben sind 5—6 Abteilungen für je sechs Mann unter einem Dache vereinigt, außerdem ein gemeinschaftlicher Aufenthaltsraum und eine Familienwohnung mit geräumiger Küche, deren Inhaber durch die Verwaltung des Schlafsaales einen Nebenverdienst hat. Der Mietpreis beträgt pro Bett und Woche 1 ℳ einschl. Besorgung der Bettwäsche, welche in Farbenfabriken trotz der Bäder häufiges Wechseln erfordert. Dieses System verdient nach dem Urteil der Firma entschieden den Vorzug vor den großen Arbeiterkasernen, die auch wegen der Notwendigkeit massiver Treppen, gewölbter Korridore usw. höhere Baukosten erfordern, falls das Mehrerfordernis an Grund und Boden für eine gleiche Gesamtzahl von Arbeitern bei den Schlafsälen finanziell keine zu große Rolle spielt. Im allgemeinen zögen die Arbeiter vor, einzeln für sich Schlafstellen bei Familien zu mieten, da sie hier bezüglich des Nachhausekommens am Abend bzw. in der Nacht nicht der kleinen Beschränkung persönlicher Freiheit unterliegen, wie sie in den Schlafsälen im Interesse der Ordnung und der Nachtruhe der übrigen erforderlich sei.

Die Firma **Fr. Krupp** hat bei der **Germaniawerft** in Gaarden ein Logier- und Speisehaus für 80 Logier- und für ca. 400 Mittagsgäste eingerichtet. Die Logiergäste bezahlen hier pro Tag:

für Logis	30 ₰,
„ Frühstück	20 „
„ Mittagessen nach Wahl	30 oder 50 „
„ Abendessen	25 „

so daß sich die gesamten Kosten für Wohnung und Verpflegung pro Mann und Tag auf 1.05 bzw. 1.25 ℳ stellen.

Die Steingutfabrik von **Villeroy & Boch** in **Mettlach** besitzt mehrere mit je 12 Betten versehene Schlafsäle. Je zwei solcher Säle haben ein gemeinschaftliches Speise- und Wohnzimmer. In diesen Räumen wirtschaften kleine Gesellschaften für eigene Rechnung mit einer von ihnen angestellten und bezahlten Haushälterin. Jeder Mann hat für Benutzung dieses Schlafhauses einschl. Reinhaltung des Bettes 10 ₰ täglich zu entrichten.

III. Burschenheime.

Die Vorbedingungen für die Errichtung von Burschenheimen sind im allgemeinen dieselben wie die bei Besprechung der Schlafhäuser erwähnten. Nur gehen die Burschenheime gegenüber den letzteren noch einen Schritt weiter, indem sie nicht nur für die nächtliche Unterkunft sorgen, sondern sich die ganze oder teilweise Verpflegung sowie die Sorge für das sittliche Wohl des jugendlichen Arbeiters angelegen sein lassen.

Bei den starken sittlichen Anfechtungen, denen jugendliche Arbeiter ausgesetzt sind, erscheint es bedauerlich, daß nicht überall dort, wo eine größere Anzahl junger Burschen durch die Lage der Fabrik der elterlichen Zucht und Erziehung entzogen ist, für ihre geistige und leibliche Wohlfahrt durch die Errichtung solcher Heime gesorgt ist.

Die gesamte Verwaltung des Burschenheimes übernimmt in der Regel die Fabrik. Sie sorgt für die Räume, sowie deren Heizung und Beleuchtung und übernimmt die Besoldung der nötigen Hilfskräfte für die Rein- und Instandhaltung des Heimes. Ebenso entschädigt sie die für Aufrechterhaltung von Zucht und Ordnung angestellten Hauseltern. Als Beitrag zu den Verpflegungskosten zahlen die jugendlichen Arbeiter oder Lehrlinge einschl. Schlafgeld ein tägliches Entgelt, dessen Höhe zwischen 0.60 ℳ und 1 ℳ schwankt. Über die zur Unterhaltung und Belehrung der jungen Arbeiter eingerichteten Turn-, Musik- und Handfertigkeitsstunden wird noch an anderer Stelle gesprochen werden.

Wir hätten hier nur noch darauf hinzuweisen, daß ein kleiner Garten oder Spielplatz zum Aufstellen einiger Turngeräte sehr willkommen sein wird.

Die **Papierfabrik** von **Kübler & Niethammer** in **Kriebstein** beschreibt uns ihr Burschenheim (Abb. 6a und 6b) folgendermaßen:

„Es wird von 30 unverheirateten Arbeitern bewohnt. Jeder zahlt wöchentlich 4 ℳ und erhält dafür: Wohnung, erstes Frühstück (Milchkaffee und zwei Brötchen) und Mittagessen ($^1/_3$ ℔ Fleisch und Gemüse nach Belieben).

Das Haus besteht aus Keller und 3 Stockwerken. Im Keller befindet sich der Heizraum, das Waschhaus, Vorratskeller und Raum, in dem für jeden jungen Mann ein verschließbares Schränkchen für Butter und Brot ist. Im 1. Stockwerk ist die Wohnung der Vorsteherin, sind die Wirtschaftsräume, zwei Unterhaltungszimmer und ein Eßzimmer. In dem einen der Unterhaltungszimmer befindet sich ein Schrank mit Gesellschafts- und Geduldsspielen und Büchern; auch werden von der Firma zwei Tageszeitungen für das Haus gehalten. Das 2. und 3. Stockwerk enthalten die Schlafräume: 14 Zimmer mit je einem Bett und 8 Zimmer mit je zwei Betten. In jedem Stockwerk ist ein Waschraum mit acht Waschbecken und Wasserleitung (warmes und kaltes Wasser) und jeder junge Mann hat ein Schränkchen für Handtuch und Putzzeug. Daneben befindet sich ein Raum, in dem Kleider und Stiefel gereinigt werden.

Das Haus hat Niederdruck-Dampfheizung. Die Zimmer im 1. Stockwerk, die Korridore, die Waschräume und die Putzräume werden geheizt. Die Zimmer der jungen Leute sind ausgestattet mit: einem Reformbett, einem Schrank, der halb Kleider-, halb Wäscheschrank ist, einem Tisch, einem Stuhl, einem Spiegel,

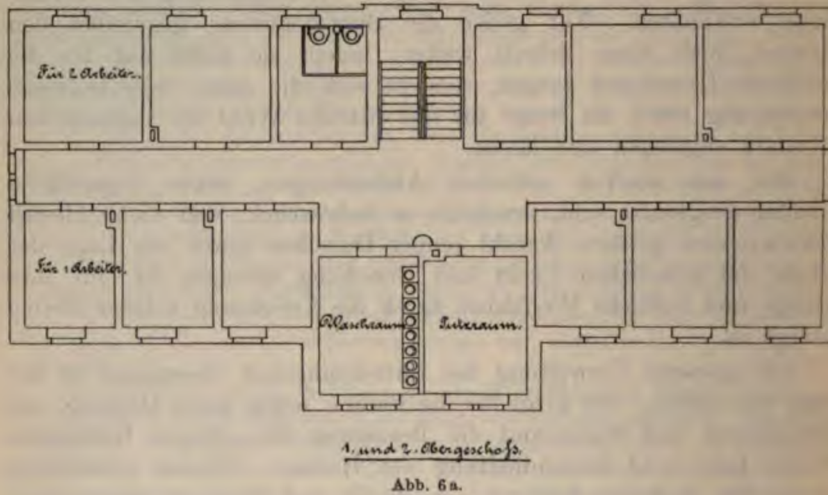


Abb. 6a.

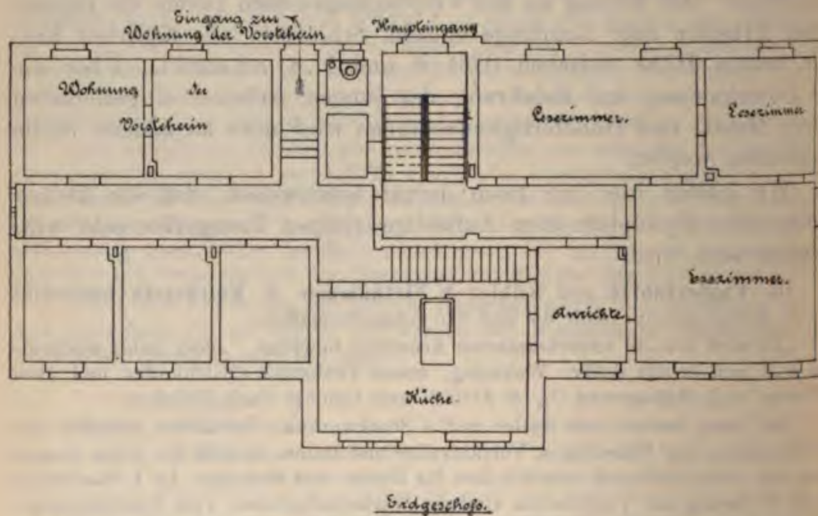


Abb. 6b. Lagepläne des Burschenheims der Firma Kübler & Niethammer in Kriebstein.

einer Weckeruhr und einem Neuen Testament. An den Fenstern sind dunkle Vitragen, weil der Teil der Leute, der Nachtschicht hat, am Tage schlafen muß. Nachthemden werden vom Haus geliefert, auch Handtücher und Seife für den Waschraum. Die Hausarbeit wird von zwei Arbeiterfrauen aus dem Dorfe besorgt.

Die Leitung des Hauses ruht in der Hand einer gebildeten Frau, deren Wohnung eigenen Eingang von der Straße hat, andererseits aber sowohl durch die Küche, als durch eine Vorsaaltür mit den Eß- und Wohnräumen der Burschen in Verbindung steht.

Die Erfahrungen, die wir gemacht haben, sind recht gut; vorkommende Differenzen wurden stets glatt geregelt, wobei ein Vertrauensmann der Bewohner der Vorsteherin zur Seite steht. Die Zimmer sind auch stets voll besetzt, allerdings decken die Einnahmen nur die Ausgaben für Kost, Heizung, Wäsche und Bedienung, während das Gehalt der Vorsteherin, Zinsen und Abschreibungen auf Haus, Utensilien und Wäsche ungedeckt bleiben."

Das Burschenheim der **Meierei C. Bolle** ist für alle jugendlichen Angestellten gegründet. Es will ihnen, besonders den in Berlin Fremden, ein Heim bieten, in dem sie in rechter Weise ihre freien Nachmittage verbringen können. Deshalb ist das Heim von $^1/_2$5—7 Uhr geöffnet. Hier bietet sich den Besuchern Gelegenheit, sich im Laubsägen und Kerbschnitzen zu üben, sowie andere Handfertigkeiten, wie Zeichnen, Flechten und Brandarbeiten, zu treiben. Auch steht ihnen eine reichhaltige Bibliothek und mehrere Zeitschriften nicht politischen Inhalts zur freien Verfügung. Auch wird dem Spiele, wie es dem jugendlichen Charakter der Besucher entspricht, Rechnung getragen. In den Sommermonaten findet ein freiwilliger Fortbildungsunterricht statt, an dem sich alle beteiligen können. Die Winternachmittage werden von den meisten mit Handarbeiten verbracht, welche, wenn sie aus dem vom Heim gelieferten Material gefertigt sind, dem Heim verbleiben und zu seinen Gunsten verkauft werden. Den Besuchern erwachsen keinerlei Kosten, sondern Werkzeuge, wie Laubsägen und Schnitzmesser und Material, Holz und Rohr, werden kostenlos geliefert. Die hieraus gefertigten Gegenstände verbleiben dem Heim. Jedoch steht es jedem frei, sich selbst Material zu besorgen oder vom Bestande des Heims zu kaufen, um für sich Arbeiten anzufertigen.

Im Heim wird am Nachmittag Kaffee und Milch, sowie Brötchen zu 5 ₰, des Abends unbelegte oder belegte Butterbrote zu 5 und 10 ₰ verkauft, der Überschuß wird für das Heim verwandt.

Geleitet wird das Heim vom Hausgeistlichen der Meierei.

Statt des Burschenheims findet am Sonntage der Burschenverein zu derselben Zeit statt, in dem die Mitglieder statt der werktäglichen Arbeit mit Unterhaltung durch Spiel und Vorträge die Nachmittage verbringen. Burschenheim und -Verein werden mit einer religiösen Ansprache geschlossen.

Für das Burschenheim ist folgende **Hausordnung** erlassen:

1. Das Burschenheim ist werktäglich von $4^1/_2$—7 Uhr geöffnet.

2. Der Besuch desselben steht jedem im Dienste der Meierei C. Bolle befindlichen Burschen frei.

3. Die Besucher haben sich in jeder Beziehung den Anordnungen des Leiters zu fügen.

4. Widersetzlichkeiten gegen die Anordnungen, sowie Belästigung der Besucher zieht den Ausschluß nach sich.

5. Der Besuch des Heims ist kostenlos. Jedoch haben die Burschen für die zu ihrer freien Beschäftigung nötigen Werkzeuge, wie Laubsäge und Schnitzmesser sowie Material, wie Holz, Hefte und Papier, selbst Sorge zu tragen.

6. Zur Aufbewahrung stehen ihnen Arbeitsschränke zur Verfügung.

7. Die Beschäftigung im Heim ist eine freiwillige und selbstgewählte. Jedoch haben sich die Besucher dem Arbeitsplane des Heims zu fügen.

8. Die aus dem Verkauf der im Heim gefertigten Gegenstände und der Speisen fließenden Gelder werden zugunsten des Heims verwandt.

9. Die Gelder der Kasse werden verwandt zu:
   a) Werkzeugen und Material,
   b) Ausflügen,
   c) Festfeiern des Heims,
   d) Geschenken für die im Krankenhaus befindlichen Heim- und Vereinsmitglieder,
   e) Anschaffung von Büchern und Zeitschriften.

10. Jede Beschädigung eines dem Heim gehörigen Stückes ist zu ersetzen.

11. Im Sommer können an Stelle der Heimversammlungen kleine Ausflüge stattfinden, wofür jeder Teilnehmer die Kosten selbst zu tragen hat.

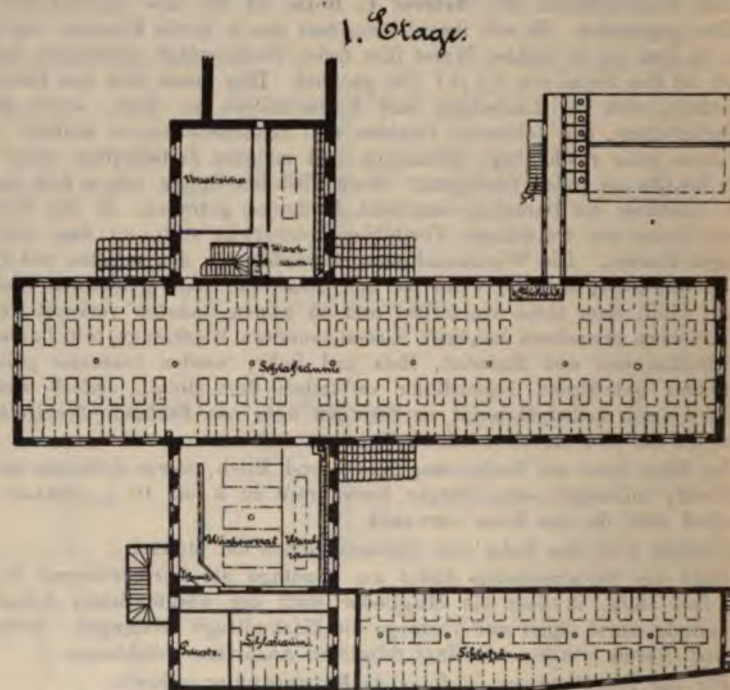


Abb. 7a. Schlaf- und Speiseanstalt der Firma Villeroy & Boch in Mettlach.

12. Es wird von jedem Mitgliede des Heims ein anständiger Lebenswandel in Wort und Tat gefordert. Haben Ermahnungen in dieser Richtung keinen Erfolg, so erfolgt Ausschluß.

IV. Mädchenheime.

Die sittlichen Gefahren sind für die heimatfremden und alleinstehenden Mädchen der Arbeiterbevölkerung noch bei weitem größer als für die jungen Burschen. Die mangelhafte Unterbringung der Mädchen in ungeeigneten Schlafstellen, das Fehlen jeder Beaufsichtigung durch ihren Wohnungsgeber läßt sie erfahrungsgemäß oft den Halt verlieren und führt sie der Unsittlichkeit in die Arme. Leider

it man auf der anderen Seite die Erfahrung gemacht, daß die best-ngerichteten Anstalten, die diesem Übelstande abhelfen wollen, ihren weck nicht immer voll erreichen, weil die Mädchen die Ungebunden-eit der mangelhaften Quartiere der strengeren Zucht vorziehen, ohne ie eine derartige Anstalt undenkbar ist. Man soll deshalb keinen 'ruck auf Widerstrebende ausüben. Der Nachteil wäre größer als er Vorteil.

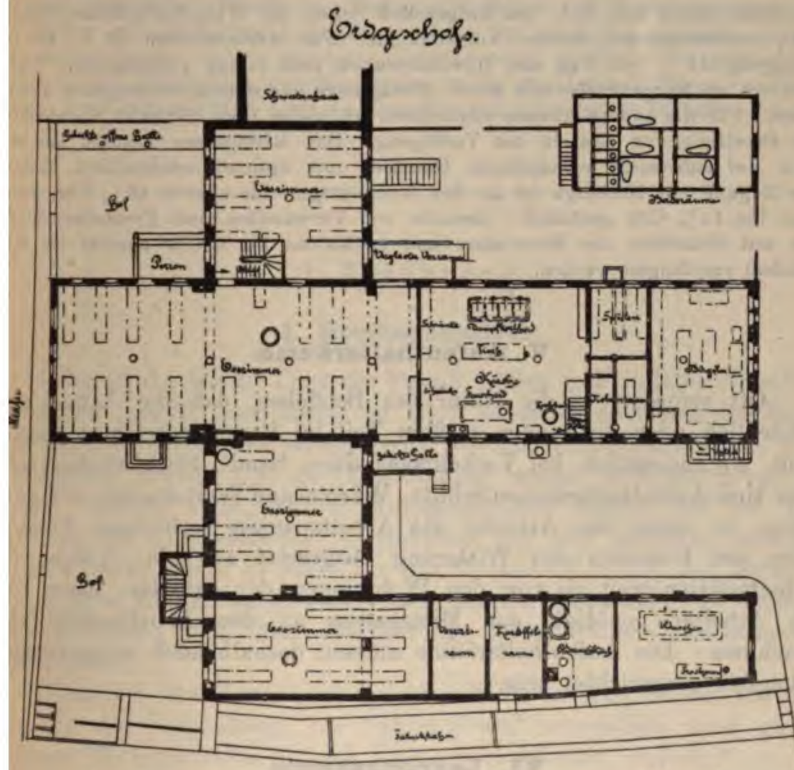


Abb. 7b. Schlaf- und Speiseanstalt der Firma Villeroy & Boch in Mettlach.

Die Firma **Villeroy & Boch** in **Mettlach** errichtete im Jahre 1870 eine oße Schlaf- und Speiseanstalt, deren Leitung Borromäus-Schwestern anvertraut rde (Abb. 7a und 7b). In dieser Anstalt finden gegenwärtig etwa 350 Mädchen d 80 Knaben Kost und Wohnung. Die Sonntage verbringen dieselben größten-ls in ihrer Familie. Der Preis für die tägliche Beköstigung beträgt 45 ₰, ßerdem wird ein Schlafgeld von 10 ₰ erhoben, das jedoch denen erlassen rd, die weniger als 1 ℳ pro Tag verdienen.

Die Mädchenherberge der **Wollwäscherei und -Kämmerei** in **Döhren** bei nnover unterscheidet sich von den älteren Anlagen dadurch, daß hier an die lle der gemeinschaftlichen Schlafsäle bzw. der Zimmer mit 6—8 Betten eine ßere Dezentralisation getreten ist, die sich für Neuanlagen dieser Art emp-len dürfte. Die im Jahre 1885 mit einem Kostenaufwande von 120 000 ℳ

erbaute und eingerichtete Herberge enthält in drei Stockwerken 72 einfenstrige Zimmer für Arbeiterinnen. Die Wohnzimmer haben eine Höhe von 4 m, eine Länge von 5 m und eine Breite von 3 m. In jedem derselben befinden sich drei einschläfrige Betten, ein Tisch, drei Stühle und ein dreiteiliger Kleiderschrank. Die eisernen Betten enthalten einen Strohsack, Laken, Kopfkissen, eine wollene Decke und ein Oberbett. Jedes Zimmer wird von drei Arbeiterinnen bewohnt, von denen eine als Zimmerälteste die Aufsicht über die Reinigung der Wohnung und die Bettwäsche führt. Ebenso hat eine Flurälteste die Aufsicht über den Flur. Die Oberaufsicht führt ein Hausvater, der vier Zimmer im ersten Stock bewohnt. Im Erdgeschoß liegen die Wirtschaftsräume, Speisesaal, Anrichtezimmer, Küche, Vorratsräume. Für Miete werden 18 ₰, für Beköstigung 15 ₰ pro Tag den Bewohnerinnen vom Lohne einbehalten. Dafür erhalten sie Morgenkaffee mit Milch, Mittagessen und einmal wöchentlich Abendessen. Für die andern Abende steht ihnen ein großer Herd mit acht Kochlöchern zur Bereitung von Speisen zur Verfügung. Das Mittagessen besteht aus den nach der Jahreszeit vorhandenen Gemüsen mit dreimal wöchentlich Fleisch. Der Zugang zur Herberge ist an den Wochentagen bis abends 10¼ Uhr, Sonntags bis 11½ Uhr gestattet. Besuche von Verwandten und Freunden dürfen nur mit Erlaubnis des Hausvaters und spätestens bis 6 Uhr abends im Erdgeschoß empfangen werden.

V. Aufenthaltsräume.

Oft erfordert es die Natur des Betriebes, daß die Arbeit ausschließlich oder doch zum größten Teil im Freien verrichtet werden muß, so namentlich bei Verkehrsanstalten, Sand-, Steinbrüchen usw. Hier sind Aufenthaltsräume (Schutz-, Wärme- und Wartehallen) dringend nötig, in denen die Arbeiter die Arbeitspausen verbringen können, ohne den Unbilden der Witterung ausgesetzt zu sein. Liegen die Arbeitsstätten weit ab von den Wohnungen der Arbeiter, dann sind die Arbeiter genötigt, das Mittagessen an der Arbeitsstätte einzunehmen. Die Aufenthaltsräume müssen deshalb auch einigermaßen behaglich eingerichtet sein.

VI. Lehrlingsheime.

Viele Fabriklehrlinge, namentlich solche, welche nicht bei ihren Eltern wohnen, verbringen ihre freien Stunden ohne jede Aufsicht. Oft werden sie diese Zeit nicht gerade zu ihrem Besten anwenden. Wenn der Lehrling ermüdet von der Arbeit nach seiner Wohnung kommt, so wird er hier oft die nötige Erholung nicht finden. Vielleicht mag die Wohnung nicht behaglich genug eingerichtet sein, meistens dürfte es auch an der Anregung und dem Trieb fehlen, sich ernsthaft zu beschäftigen. Der Lehrling wird es vielfach vorziehen, sich in Gesellschaft von Kollegen auf der Straße oder im Wirtshaus aufzuhalten. Das Lehrlingsheim will nun den Lehrlingen Gelegenheit bieten, die freie Zeit nutzbringend zu verwerten. Für Unterhaltung

ist gesorgt; gutes Lesematerial, Turn- und Spielplatz sind vorhanden. Oft finden die Lehrlinge auch Beköstigung zu mäßigen Preisen im Lehrlingsheim. Sehr wünschenswert wäre es, wenn den Lehrlingen, die nicht im Elternhause wohnen können, im Lehrlingsheim völlige Unterkunft geboten würde.

Ein Lehrlingsheim besteht z. B. beim **Eisenwerk Lauchhammer.**[1]) Die Lehrlinge erhalten hier Wohnung, Beköstigung usw. und haben dafür täglich 50 ₰ zu entrichten. Wasch- und Badeanstalt, Spiel- und Turnplatz stehen den Lehrlingen zur Verfügung. Die Hausordnung ist vorzüglich geregelt, so daß den jungen Leuten neben geistiger Anregung auch reichliche Gelegenheit zur Erholung und körperlichen Spielen gegeben wird. Die Aufsicht führen die Hauseltern, im Vorstande sind auch die Beamten und Arbeiter der Fabrik vertreten.

C. Ernährung.

I. Speiseanstalten.

Überall da, wo die Lage der Fabrik es den verheirateten Arbeitern unmöglich macht, nach Hause zu Tisch zu gehen oder sich das Essen von Hause schicken zu lassen, tritt an den Unternehmer die Notwendigkeit heran, für die Beköstigung seiner Arbeiter Sorge zu tragen, wofern nicht, was in Ausnahmefällen denkbar ist, die Verpflegung in nahegelegenen Wirtschaften gut und preiswert erfolgen kann. Doch dürfte es stets für die Wirtschaftlichkeit der Arbeiter von gutem Einfluß sein, wenn man ihn der Notwendigkeit enthebt, Restaurationen mit ihrer Verführung zu unnötigen Geldausgaben aufzusuchen.

Ziemlich übel daran sind fast überall die unverheirateten Arbeiter, für die die Beschaffung der Nahrung und namentlich eines guten, billigen Mittagsmahles oft mit Unbequemlichkeiten verknüpft ist.

Die Arbeitgeber haben diesen Schwierigkeiten in der Beköstigung auf mancherlei Art zu begegnen versucht.

An dieser Stelle interessieren uns als „bauliche Anlagen" in erster Reihe die Fabrikspeiseanstalten. Form und Organisation dieser Anstalten sind sehr mannigfaltig. In der Regel werden die geeigneten, notwendigen Räume vom Fabrikanten unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Außerdem ist meistens noch ein Zuschuß seitens der Fabrikkasse zur Beschaffung der erforderlichen Nahrungsmittel nötig, da der Preis für das verabreichte Essen so niedrig bemessen wird, daß die Selbstkosten nicht immer gedeckt werden.

---

1) **Keller**: „*Die Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen*", Seite 65.

In diesen Speiseanstalten wird nun den unverheirateten Arbeitern oder denjenigen, welche auf irgend eine Weise verhindert sind, am häuslichen Mittagstische teilzunehmen, in freundlichen, gesunden Räumen ein einfaches, aber gut und schmackhaft zubereitetes Essen dargeboten.

Um von vornherein etwaigen Verdächtigungen der Arbeiter zu begegnen, als wolle der Unternehmer aus dem Betriebe der Speiseanstalten einen Gewinn ziehen, empfiehlt es sich, die Arbeiter an der Verwaltung der Anstalten teilnehmen zu lassen.

Über die Art des verabreichten Essens und die hierbei gemachten Erfahrungen bezüglich des Geschmackes der Arbeiter möchten wir hier einige Angaben aus: Post, Musterstätten persönlicher Fürsorge von Arbeitgebern usw. Band I., anführen. Die Mitteilungen beziehen sich auf die mit der Haushaltungsschule der **Farbenfabrik** von **Gebr. Heyl & Co.** in **Charlottenburg** verbundene Fabrikspeiseanstalt. Es heißt: „Von dem Grundsatze einer vernünftigen Ernährung ausgehend, wurden die Speisen bei Eröffnung der Anstalt kräftig und fett gekocht. Anfangs mundete das den Leuten sehr, doch nach einiger Zeit trat eine Abnahme der Speisenden ein, und als nachgeforscht wurde, stellte sich bei vielen der Vorwurf heraus, die Speisen seien zu schwer, „man könnte nicht einmal um 4 Uhr vespern". Die breiartige Speise war im ganzen noch nicht löffelrecht genug. Mit ziemlicher Mühe wurde nun eine Änderung in folgender Weise bewerkstelligt: Meistens gibt es Suppe, dann gebratenes oder geschmortes Fleisch mit Kartoffeln, oder das gekochte Fleisch wird mit der Brühe, in welcher Gemüse, Kartoffeln, Reis oder Graupen gekocht werden, löffelrecht geboten. Der Zuspruch hat sich seit Einführung dieses Verfahrens sehr gehoben, aber es werden ganz ungeheure Mengen verzehrt.

An Fleisch wird gerechnet: Gekochtes Fleisch, roh gewogen: 150 g auf die Portion, gebratenes Fleisch, nach dem Braten gewogen: 85 g; Klops, Beefsteak, Bouletten: 125 g (geformt und gewogen); geschmortes Fleisch als Goulasch, Majoran-, Sauerfleisch (roh gewogen): 170 g; Pökelfleisch (roh) 170 g; Speck wird nicht gern gegessen, nur in der Suppe gekocht, 100 g roh."

So viele Vorteile eine Fabrikspeiseanstalt den Arbeitern auch bietet, die nunmehr in der Lage sind, die Mittagspause zum Ausruhen benutzen zu können, anstatt bei jeder Witterung in aller Eile nach Hause zu eilen, um mit knapper Not zum Wiederbeginn der Arbeit zurückzusein, so möchten wir doch nicht versäumen, darauf aufmerksam zu machen, daß es namentlich für die Kinder des Arbeiters auch sein Gutes hat, wenn der Vater des Mittags zu Hause ißt. Die Frau ist dadurch wenigstens einigermaßen gezwungen, ein warmes Mittagessen bereitzuhalten, dessen Zubereitung sie sonst wahrscheinlich sehr oft unterlassen würde, um die Kinder mit einer Tasse Kaffee und einem Butterbrot abzufertigen. Einige Firmen haben in dieser Erwägung, anstatt Fabrikspeiseanstalten einzurichten, lieber die Mittagspause so lang ausgedehnt, daß alle Arbeiter zum Mittagsmahle nach Hause gehen können. Aber diese Einrichtung hat natürlich ihre bestimmten Grenzen.

In den **Höchster Farbwerken vorm. Meister, Lucius & Brüning** bestehen zwei Speiseanstalten, in denen die ledigen und entfernter wohnenden verheirateten Arbeiter gut zubereitete und nahrhafte Tagesbeköstigung zu billigstem Preise finden können (Abb. 8). Dieselbe besteht aus: Morgens 1/2 Liter Kaffee, Mittags 1 Liter Suppe mit verschiedenen Einlagen (Hülsenfrüchte, Kartoffeln, grüne Gemüse, Gerste, Reis usw.) und 170 g Fleisch (hauptsächlich Ochsenfleich), hiernach wieder 1/2 Liter Kaffee. Die Gestehungskosten betragen hierfür ca. 30 ₰ pro Portion. Die Arbeiter haben jedoch nur 20 ₰ zu zahlen, während die Firma für jede Portion 10 ₰ zuschießt und außerdem die Lokalitäten, das Inventar, Koch- und Heizdampf unentgeltlich stellt. Die Zuschußquote bleibt konstant, auch wenn die Kosten weniger betragen, in den letzten Jahren z. B. nur 27—28 ₰.

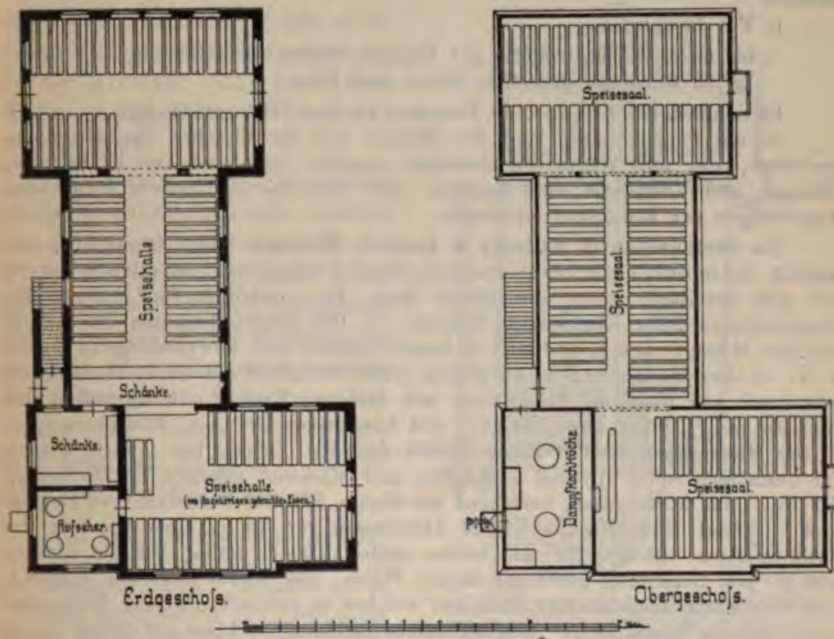


Abb. 8. Südliche Speisehalle der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning, Höchst a. Main.

Der Überschuß wird dann zur Bildung bzw. Vermehrung des Reservefonds verwandt. Der bare Zuschuß betrug in den letzten Jahren meist um 30000 ℳ. Hieraus berechnen sich, abzüglich der Sonn- und Feiertage, ungefähr 1000 Portionen pro Tag; in Wirklichkeit ist aber die Zahl noch größer, da auch die in der Fabrik bei Bauten usw. beschäftigten Arbeiter von Unternehmern und Handwerkern sich in den Speiseanstalten gegen Zahlung von 30 ₰ für die Portion beköstigen können. Die Arbeiter bestimmen selbst durch einen von ihnen gewählten Ausschuß, was und wie gekocht wird, und neben dem billigen Preis ist diesem Umstand mit in erster Linie die Beliebtheit der Einrichtung zuzuschreiben. Bei großer Hitze im Sommer werden noch besonders große Quantitäten Kaffee bereitet, zum Genuß im kalten Zustand, um dem übermäßigen und der Gesundheit schädlichen Wassertrinken vorzubeugen. Dieser Kaffee wird gratis abgegeben und in größeren Gefäßen in die Arbeitsräume geholt.

In der **Färberei W. Spindler** in **Spindlersfeld** wird den im Betriebe beschäftigten Personen ein billiger Mittagstisch verabreicht. Die Restaurationsräumlichkeiten des Spindlerschen Erholungshauses sind seit 1. April 1903 an einen Ökonomen verpachtet, der dafür, daß er den im Betriebe beschäftigten Personen Mittagessen wie seither von der Firma selbst gegeben liefert, einen Zuschuß von 4000 *M.* pro Jahr erhält. Er hat dafür zu liefern:

a) an Arbeiter:

für 25 *ℌ* 1 Portion Gemüse oder Kartoffeln mit Fleisch, 1 Stück Brot,
„ 30 *ℌ* 1 Teller Suppe, sonst wie vorstehend,
„ 40 *ℌ* 1 „ „ „ „ „ (größere Portion).

Jeder Kostgänger kann sich Gemüse oder Kartoffeln nach Bedarf hinzunehmen.

b) Für Beamte:

für 50 *ℌ* Suppe, Gemüse mit Beilage, Braten und Kompott,
„ 60 *ℌ* ebenso und dazu Butter und Käse.

Es nehmen zur Zeit ca. 140 Personen an dem Mittagstisch teil.

In der Fabrik selbst sind für Männer und für Mädchen Speisesäle eingerichtet, die mit Wärmevorrichtungen versehen sind und zur Frühstücks-, Mittags- und Vesperzeit dem Personal bzw. den das Mittagessen bringenden Angehörigen zur Benutzung freistehen.

Die **Steingutfabrik Villeroy & Boch** in **Mettlach** bietet in einer Speiseanstalt, die in dem schon erwähnten Schlafhaus untergebracht ist, allen Arbeitern, die sich beteiligen, gute und billige Kost. Sie umfaßt in fünf zweckmäßig eingerichteten Sälen ebensoviele Klassen. a) Die jungen Beamten der Fabrik erhalten Mittags- und Abendtisch in bester Qualität und Abwechslung zu täglich 1 *M.* b) Der Männertisch erster Klasse erhält Frühstück für 15 *ℌ*, Mittagessen, bestehend aus Bouillon, Rindfleisch mit Beilage, Braten mit Kartoffeln und Gemüse und ½ Pfund Brot, für 50 *ℌ* und Abendessen für 25 *ℌ*; zusammen 90 *ℌ*. c) Der Männertisch zweiter Klasse erhält dasselbe, jedoch nur 1 Sorte Fleisch für zusammen 80 *ℌ*. d) und e) Knaben und Mädchen erhalten das Frühstück für 10 *ℌ*, das Mittagessen, bestehend aus Suppe, Fleisch, Kartoffeln und Gemüse und ½ Pfund Brot, für 25 *ℌ* und Abendessen für 10 *ℌ*. Das Gewicht der Fleischportion beträgt für die beiden ersten Klassen 250 g, für die übrigen 200 g. Die Bezahlung geschieht in der Weise, daß jedem Besucher wöchentlich eine Karte ausgehändigt wird, auf welcher er vermerkt, welche Mahlzeiten er zu nehmen beabsichtigt. Bei der Lohnauszahlung wird ihm auf Grund dieser Karte der betreffende Betrag abgezogen.

Die Anstalt erfreut sich täglich des Besuches von etwa 500 Kostgängern. Im Jahre 1899 wurde in dieser Speiseanstalt verabreicht an:

	Frühstück	Mittagessen	Abendessen
Männer	8 131	41 873	16 709
Knaben und Mädchen . .	74 771	100 329	74 543
zusammen:	82 902	142 202	91 252

II. Kaffeeküchen.

Auch dort, wo man an die Errichtung einer Kaffeeküche nic[ht] schon als an ein Kampfmittel gegen den Alkoholgenuß denkt, ma[cht] sie sich oft aus anderen Gründen nötig. Schlechtes Trinkwasser u[nd] namentlich die Art mancher Betriebe, die mit ihrer Hitze und ih[rem]

taub das Bedürfnis der Flüssigkeitsaufnahme erheblich steigern, prechen bei der Errichtung der Kaffeeküchen mit.

Bei der Einrichtung der Kaffeeküchen herrscht natürlich auch ine große Verschiedenheit, und mancherlei Abstufungen gibt es wischen dem primitiven Kaffeeaufguß und der rationellsten Ausutzung des Kaffees in dem Dampfkaffeekochapparat, wie ihn die abrik pharmazeutischer und chemischer Apparate und Maschinen on E. A. Lentz-Berlin in den Handel bringt.

Immer aber wird daran festgehalten, daß der Kaffee weniger enußmittel als Durststiller sein oll. Das eine bedeutet hier allerings auch gleichzeitig das andere, a der Arbeiter nicht an starken affee gewöhnt ist, ja, ihn nicht nmal liebt.

Der Raum, der für die Kaffeeüche bestimmt sein soll, braucht ar nicht groß zu sein. 24 bis 0 qm sind schon für einen ziemch lebhaften Betrieb genügend. as Hauptstück der Kaffeeküche t der Aufgußapparat; einige chränke zur Aufnahme der assen und einige Waschfässer um Reinigen derselben vervollständigen die Einrichtung.

Für große Betriebe soll sich der ebenstehende Dampfapparat (Abb. 9) ut bewährt haben. Derselbe ist in Größen lieferbar für die Herstellung on 50—150 Liter Kaffee pro Viertelunde. Der Apparat besteht aus: dem asserraum *A* mit angeschraubtem ampfmantel, dem mittleren Gefäße *B* r Aufnahme des fertigen Kaffees, em oberen Raum *C* zum Einlegen s Siebeinsatzes für den gemahlenen affee.

Diese Teile sind aus starkem upfer gefertigt und innen mit reinem glischen Zinn verzinnt.

Der gemahlene Kaffee wird auf m Siebeinsatz ausgebreitet und mit nem zweiten Siebboden bedeckt. rauf wird der mit der Wasserleitung Verbindung stehende Behälter *A* t Wasser gefüllt und das Dampf-

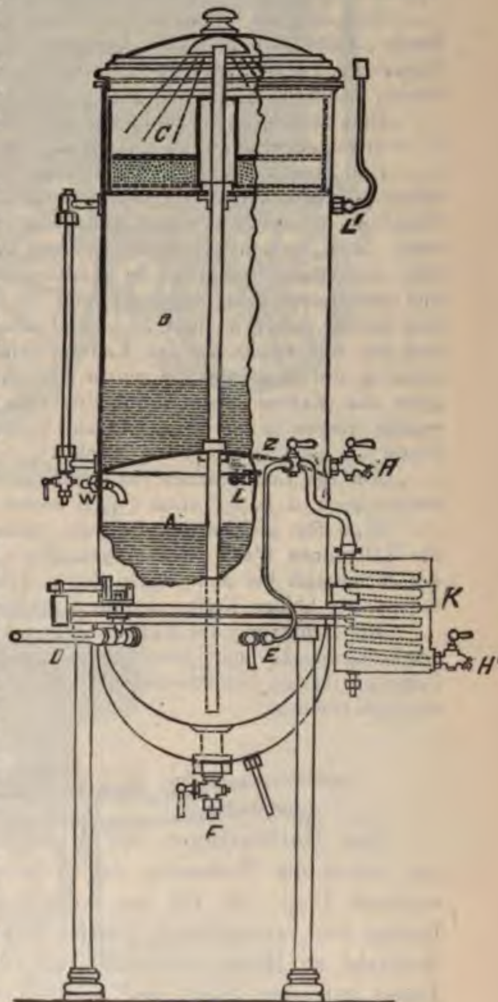


Abb. 9. Dampf-Kaffeekochapparat.
Fabrik pharm. und chem. Apparate u. Maschinen F. A. Lentz-Berlin.

ventil bei *D* geöffnet. Das hierdurch zum Kochen gebrachte Wasser steigt durch das Steigerohr *S* in die Höhe, ergießt sich über das Kaffeepulver und der fertige Kaffee fließt in den Behälter *B* und aus diesem durch den Ablaßhahn *H*.

Das mittlere Gefäß *B* ist zur Beobachtung seines Inhaltes mit einem Wasserstandsrohre versehen. Soll nun eine geringere Menge Kaffee gekocht werden, so genügt es, den Wasserstand zu beobachten und bei genügender Menge Kaffee den Hahn *F* zu öffnen, wodurch das Hochsteigen kochenden Wassers sofort unterbrochen wird.

Mit dem Behälter *B* ist durch den Zweiweghahn *Z* noch ein kleiner Kühlapparat *K* in Verbindung gebracht, um den Kaffee in ihm so weit abzukühlen, daß er sofort trinkbar ist. Auch kann durch Umstellung des Hahnes *Z* dem Apparate sterilisiertes Wasser während des Betriebes entnommen werden.

Der Apparat ist u. a. eingeführt von der Königl. Porzellan-Manufaktur-Berlin, Felten & Guilleaume, Carlswerk, Mülheim a. Rh., Th. Pyrkosch-Ratibor, Chemische Fabrik Elektron-Bitterfeld, Lengericher Portland-Zement- und Kalkwerke, Lengerich i. W. usw.

Der durch den Apparat bedingte Materialverbrauch an Dampf ist kaum zu rechnen, da derselbe ja immer nur kurze Zeit in Tätigkeit ist.

Die **Emaillierwerke** von **Herm. Wuppermann** in **Pinneberg** (Holstein) haben folgende Einrichtung: Ein ca. 150 l fassender kupferner Kessel mit doppelter Wandung, in welchem das in Röhren herzugeleitete Wasser zum Sieden gebracht wird. Zum Brühen des Kaffees dienen zylindrische, mit Filtern versehene Gefäße, welche nebeneinander, in unmittelbarer Nähe des Wasserkessels angeordnet und mit diesem durch eine Leitung für das siedende Wasser verbunden sind. Die Gefäße fassen 45 und 30 l, sind aus Schwarzblech angefertigt, emailliert und mit Abflußhahn für den Kaffee, dicht über dem Boden, versehen. Die Bedienung des Apparates ist einem Arbeiter nebenamtlich übertragen. Die Ausgabe des Kaffees besorgt die Frau des Pförtners und zwar gegen Marken, welche vorher in beliebiger Anzahl beim Portier gekauft werden können. Es kostet die Portion ($^1/_2$ l) mit Milch $2^1/_2$ ₰.

Auf den Lederwerken von Cornelius Heyl-Worms stellt sich der Preis etwa ebenso hoch, d. h. 1 Portion ($^4/_{10}$ l) kostet ohne Milch 2, mit Milch dagegen 3 ₰.

Eine für gleichartige Betriebe vielleicht ganz geeignete Einrichtung hat die Kaiserliche Werft in Kiel getroffen. Sie läßt bei kaltem Wetter während der Arbeitszeit bei den verschiedenen Arbeitsplätzen einen Kaffeewagen herumfahren, der heißen Kaffee zu einem mäßigen Preise verkauft.

Die Benutzung der Kaffeeküchen ist überall eine außerordentlich rege, die erfahrungsgemäß mit jeder kleinen Herabsetzung des Preises der einzelnen Portionen steigt, ein Beweis dafür, daß dieselben tatsächlich einem Bedürfnisse entgegenkommen.

III. Speisetransportwagen.

Das Heranbringen des Mittagsmahles, das noch vielfach Sitte ist, wenn die Wohnung des Arbeiters weiter von der Arbeitsstätte entfernt liegt, ist für die Angehörigen immer eine außerordentlich lästige und zeitraubende Sache. Oft müssen die kleinen Kinder ohne Aufsicht zu Hause zurückbleiben, damit die Mutter dem Vater das Essen zutragen kann, und sind die Kinder alt genug, dies zu übernehmen, muß die Mittagspause zwischen den Schulstunden dazu verwendet werden. Diesem Übelstande hat man abgeh[illegible] indem man



Abb. 10. Speisetransportwagen mit Pferdebetrieb von Brückmann & Co., Düsseldorf.



Abb. 11. Speisetransportwagen mit Handbetrieb von Brückmann & Co., Düsseldorf.

besondere Wagen baute, welche das Essen zur Mittagszeit aus den verschiedenen Haushaltungen abholten. Diese Speisetransportwagen



Abb. 12. Essenträger mit Lampe und 2 Einsätzen von Brückmann & Co., Düsseldorf.

(Abb. 10 und 11), mit deren Herstellung sich die Firma Brückmann & Co. in Düsseldorf befaßt, sind heizbar und mit besonders

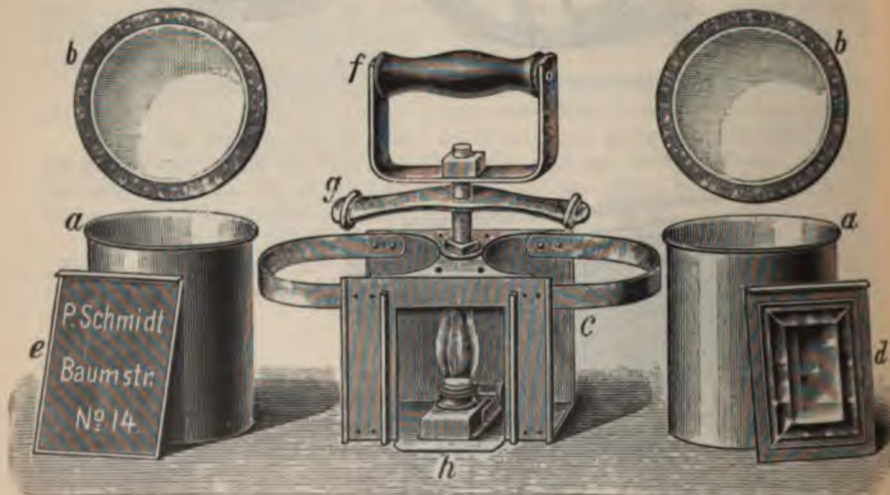


Abb. 13. Essenträger mit Lampe und 2 Einsätzen (auseinander genommen) von Brückmann & Co., Düsseldorf.

praktisch eingerichteten sog. „Essenträgern" versehen, in denen das Essen heiß und frisch bei dem Arbeiter anlangt. Man hat zweierlei Wagen gebaut, einen großen für Pferdebetrieb, der 224 Einzelgefäße

aufnehmen kann, und außerdem einen solchen für Handbetrieb, welcher Raum für 48 Töpfe bietet. Die einzelnen Essenträger haben einen Inhalt von etwa 1 Liter, sind mit Gummiring und Deckel versehen, um ein Verschütten flüssigen Inhaltes zu verhüten, und tragen Namen und Wohnung des Arbeiters, sowie andere etwa wünschenswerte Vermerke. (Abb. 12 und 13.)

Wo die Fabrikleitung nicht selber Gespann und Bedienung stellt, zahlen die Arbeiter für die Zuführung des Essens eine monatliche Beisteuer von 50—80 ₰. Diese Beträge werden durch die Lohnlisten verrechnet. Ebenso erwerben die Arbeiter meistens die eigenen Essenträger, indem sie sich kleine Ratenzahlungen an den Löhnen kürzen lassen. Der Betrieb des Speisetransportwagens wird in der Weise geregelt, daß derselbe etwa $1^1/_2$ Stunden vor der Mittagspause durch die bestimmten Straßen und Ortschaften fährt, die Essenträger einsammelt und diese pünktlich um 12 Uhr in der Fabrik abliefert. Erfahrungsgemäß gewöhnt sich die Frau des Arbeiters sehr schnell an das pünktliche Fertigstellen des Essens, wenn sie nur der Mühe des Tragens überhoben ist.

Wir finden die Einrichtung u. a. in den Werken von Friedrich Krupp-Essen, Gutehoffnungshütte, Oberhausen, Königl. Pulverfabrik Spandau (3 Wagen), Deutsche Solvay-Werke, Bernburg (4 Wagen), Phönix Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Abteilung Westfälische Union Nachrodt i. W. und Hamm i. W., Dillinger Hüttenwerke, Dillingen, Saar (8 große Wagen). Überall haben sich die Speisetransportwagen sehr rasch eingebürgert und werden fleißig benutzt.

Die Kosten der Wagen und Essenträger sind folgende:

1 großer Wagen	1450.—	ℳ
1 Handwagen	250.—	„
1 Essenträger mit Lampe u. Gummiringen in den Deckeln	2.90	„
1 Essenträger ohne Lampe	2.65	„
1 Essenträger mit 2 Einsätzen auf den Töpfen zum Transport von Kompott oder Salat, ohne Lampe	3.50	„
1 Essenträger mit 2 Einsätzen auf den Töpfen zum Transport von Kompott oder Salat, mit Lampe	3.75	„

IV. Wärmevorrichtungen.

Die Wärmevorrichtungen haben den Zweck, den Arbeitern, welche sich das Mittagessen von Hause mitnehmen oder sich dasselbe von ihren Angehörigen zur Arbeitsstätte bringen lassen, Gelegenheit zu geben, diese Speisen wieder anzuwärmen. Eine derartige Wärmevorrichtung läßt sich überall mit Leichtigkeit anbringen und die Kosten fallen sowohl in der Anlage als namentlich in der Unterhaltung kaum ins Gewicht. Es bedarf lediglich eines Schrankes zum Aufnehmen der einzelnen von den Arbeitern mitgebrachten

Portionstöpfe und etwas abgeleiteten Dampfes zum Heizen desselben. Wohl regelmäßig sind diese Wärmevorrichtungen mit den Speiseanstalten verbunden; aber auch da, wo derartige Einrichtungen nicht bestehen, dürfte sich die Anlage eines solchen Wärmeschrankes empfehlen. Ja, gerade hier erst recht, da ohnedem die Arbeiter ihr Mittagessen, selbst wenn die Entfernungen bis zur Wohnung nicht zu groß sind, namentlich im Winter oft kalt genießen müssen. Zweckmäßigerweise richtet man die Wärmevorrichtungen so ein, daß ihnen eventuell auch die zum Kochen der Speisen nötige Temperatur gegeben werden kann. Wir lassen einige Beispiele folgen.

Conze & Colsmann, Nierenhof, haben in ihren Speisesälen Wärmevorrichtungen angebracht, bei denen das Essen durch heißes Wasser warm gehalten wird.

Einen sehr zweckmäßigen Speisewärmer hat die Firma **Fr. Bayer & Co., Elberfeld,** eingeführt. Die Firma beschreibt ihn folgendermaßen:

Der Speisewärmer besteht aus einem einfachen, schmiedeeisernen Kasten mit angenieteten Füßen, in welchem auf Haltern eine Schlange aus Perkinsrohr ruht. Diese Schlange wird mit hochgespanntem Dampf geheizt, welcher oben von der einen Seite eintritt und dessen Kondenswasser auf der anderen Seite nach unten zu einem Kondenstopf geführt wird. Die ganze Schlange liegt in feinem Sand, welcher hierdurch erwärmt wird. In den Sand hinein stellen die Arbeiter ihre Eßgeschirre und ist bei dieser Anordnung ein Deckel auf dem Speisewärmer nicht erforderlich. Ein derartiger Apparat, 3 m lang, 550 mm breit und 300 mm tief, kostet 237 ℳ. Ein anderer, etwas komplizierterer Apparat von denselben Maßen stellt sich auf 357 ℳ.

V. Kantinen.

Die Fabrikkantine übernimmt den Verkauf von Brot, Fleisch, Wurst, Käse, Butter, Milch, Kaffee, Selters usw. An alkoholischen Getränken wird in der Regel nur Bier abgegeben. Schnaps ist aus leicht begreiflichen Gründen überall verpönt.

Da die Kantinenverwaltung den Einkauf der Waren im großen besorgen kann, ist sie auch in der Lage, dem Arbeiter entsprechende Vorteile zu bieten. Diese Vorteile kommen ihm entweder direkt oder indirekt zugute. Im ersteren Falle wird der Nutzen von vornherein in der Weise zur Verteilung gebracht, daß die Preise für die entnommenen Waren entsprechend niedriger angesetzt werden, im zweiten Falle werden die Preise ungefähr den ortsüblichen angepaßt, und der Überschuß wandert in irgend eine der für die Arbeiter eingerichteten Unterstützungs- oder Unterhaltungskassen. Namentlich bei dieser zweiten Form aber möchten wir nicht unterlassen, wiederum darauf aufmerksam zu machen, daß es von Vorteil ist, die Verbraucher an der Verwaltung teilnehmen zu lassen, um einem Mißtrauen derselben vorzubeugen. Gewöhnlich erhalten die Arbeiter das Recht, aus ihrer Mitte einen Arbeiter in den Verwaltungsausschuß zu wählen. Viele

Arbeitgeber haben es auch so gemacht, daß sie die ganze Kantinenverwaltung an einen Unternehmer verpachteten. Brauereien übernehmen dieselbe meistens sehr gerne.

In welcher Weise dabei verfahren wird, ersehen wir aus einem im „Handbuch der sozialen Wohlfahrtspflege" mitgeteilten Beispiele. Es heißt dort u. a.: „Einer der großartigsten Werkkantinenbetriebe ist der für die Arbeiter der **Kaiserlichen Werft** in **Kiel** unterhaltene. Auf dem Werftgebiet ist eine Anzahl von Kantinen verteilt, die von 9—9½ Uhr vormittags und von 4—4½ Uhr nachmittags geöffnet sind. Es werden verkauft: Weißbrot, Fleisch- und Wurstwaren, Käse, von Getränken Kaffee und Milch, Limonaden, Glühwein und verschiedene Biersorten, letztere die Fasche zu fünf (Braunbier) und acht Pfennig (Lagerbier). Die Kantine ist an eine Brauerei verpachtet, die als Pacht eine Abgabe für das ausgeschänkte Bier zahlt, und zwar für die Flasche Lagerbier 1,55, Braunbier 1,2 ₰. Es ergibt sich hieraus — die Konsumentenzahl beträgt viele Tausende — eine sehr bedeutende Einnahme, die zum Besten der Arbeiterschaft verwandt wird. Es werden u. a. daraus die Kosten für den Betrieb der Warmbadeanstalt bestritten, deren Benutzung den Arbeitern unentgeltlich freisteht, ferner ist aus den aufgesammelten Überschüssen das große Parkareal erworben und das stattliche Erholungshaus erbaut worden."

Von anderen Betrieben werden die Pachteinnahmen zur Veranstaltung von Festen für die Arbeiter, zur Errichtung eines Pensionsfonds, zu Erholungsreisen erkrankter Arbeiter und deren Familienangehörigen oder dergl. ausgegeben. Bei denjenigen Werken, welche die Überschüsse nicht aufsammeln, sondern fortgesetzt durch einen verminderten Preis der Lebensmittel zur Verteilung bringen, finden wir oft die Tendenz, wenigstens einen kleinen Fonds für dauernde Wohlfahrtsanlagen und -Einrichtungen zu reservieren. Man erzielt dies dadurch, daß man zwar die Eßwaren so billig wie möglich, die alkoholischen Getränke dagegen mit einem geringen Aufschlag verkauft. Das dürfte auf jeden Fall nützlich und gerechtfertigt sein.

Als Wohlfahrtseinrichtung sind Kantinen auch zu betrachten, wenn sie nur für eine bestimmte Schicht von Angestellten errichtet sind. Die Kantine der **Eisenbahnsignal-Bauanstalt** von **Max Jüdel & Co.** in **Braunschweig** ist nur für Beamte der Fabrik bestimmt. Die Firma schreibt uns darüber: „Als wir vor etwa drei Jahren die englische Arbeitszeit (8—4 Uhr) einführten, hielten wir uns mit Rücksicht auf die hiesigen Verhältnisse, die die Erlangung eines bürgerlichen Mittagstisches nur in der Zeit zwischen 12 und 2 Uhr zulassen, verpflichtet, unseren Beamten die Einnahme einer warmen Mahlzeit zu ermöglichen. In der Kantine wird in zwei Abteilungen, um 12 und um 12¾ Uhr, gespeist. Zu anderen Zeiten werden Speisen nur ausnahmsweise auf besondere Anordnung der Direktion verabreicht. Das Mittagessen — eigentlich soll es nur Frühstück sein — kostet für die Beamten 30 ₰, ein Glas Bier zu 0,2 Liter 5 ₰, eine Tasse Bouillon 10 ₰, eine Tasse Kaffee 5 ₰, eine Portion Gemüse oder Kompott extra 10 ₰, Käse mit Butter und Brot 10 ₰. Im Jahre 1903 wurden an 299 Tagen 23000 Portionen verabreicht; die Gesamteinnahmen haben betragen 8519 ℳ, die Ausgaben 17474 ℳ, so daß die Firma einen Zuschuß von 8955 ℳ leistete. Die Kantine wird durchschnittlich von ⅔ der Beamten benutzt. Der Besuch ist abhängig von der Beliebtheit der Tagesspeise; gibt es Kohl oder Hülsenfrüchte, so ist der Besuch um 10% geringer. Untergebracht ist die Kantine in einem besonderen Gebäude,

das aber in den oberen Stockwerken noch zwei Beamtenwohnungen enthält. Die Küche liegt unter den Speiseräumen im Keller. Die Kosten des Gebäudes beliefen sich auf etwa 30000 ℳ, die der inneren Einrichtung auf 5500 ℳ.

Bei den **Höchster Farbwerken vorm. Meister, Lucius & Brüning** bestehen in Verbindung mit den Speiseanstalten zwei Kantinen, sowie ein reservierter Raum für die Arbeiter, denen das Mittagessen von Angehörigen zur Fabrik gebracht wird. In den Kantinen wird an Getränken nur Bier verabreicht, $^1/_2$ Liter zu 10 ₰, keine Spirituosen, ferner kalte Speisen; sie sind nur in den Pausen und abends bis 7 Uhr geöffnet. Vor der einen Kantine befindet sich ein mit Bäumen bepflanzter größerer Platz, wo während der guten Jahreszeit Tische und Bänke aufgestellt sind, zur Benutzung durch die Arbeiter, jedoch ohne jede Verpflichtung, von der Kantine etwas zu entnehmen. Hier konzertiert im Sommer zwischen 5 und 7 Uhr abends auch öfter die aus Arbeitern und Angestellten der Fabrik gebildete Musikkapelle.

VI. Speiseräume.

Angebracht erscheint es, daß diejenigen Arbeiter, denen das Mittagessen von ihren Angehörigen in die Fabrik gebracht wird, dies nicht im Freien oder im Arbeitsraum einnehmen müssen, sondern daß ihnen dafür besonders geeignete Räume zur Verfügung gestellt werden. Hierfür kommen zunächst die oben beschriebenen Aufenthaltsräume in Betracht, oder die Arbeiter können in Gemeinsamkeit mit den Arbeitern, die das Mittagessen von der Fabrik beziehen, in den Speiseanstalten die Mittagspause zubringen, wie es z. B. bei der Firma Conze & Colsmann, Nierenhof, und bei den Höchster Farbwerken (siehe Abbildung auf Seite 481) der Fall ist.

Speiseräume für Männer und für Mädchen finden sich z. B. bei der Firma **W. Spindler.** Wie die Firma mitteilt, sind diese Speisesäle mit Wärmevorrichtungen versehen und stehen zur Frühstücks-, Mittags- und Vesperzeit dem Personal bzw. den das Mittagessen bringenden Angehörigen zur Benutzung frei.

D. Erholung und körperliche Pflege.

I. Allgemeine Einrichtungen.

a) Bade- und Wascheinrichtungen.

Das Verständnis unserer Arbeiter für die Pflege ihres Körpers ist entschieden in starker Zunahme begriffen. Wie das Bedürfnis nach kräftiger Ernährung gestiegen ist, so auch das nach körperlicher Reinlichkeit. Allenthalben, wo dem Arbeiter Wasch- und Badegelegenheit geboten wird, macht er jetzt gerne und dankbar davon Gebrauch. Dieser wachsenden Erkenntnis tragen die Fabriken mehr

und mehr Rechnung. Die Fabrikanten, deren Betriebsarbeiten es irgendwie wünschenswert erscheinen lassen und deren Betrieb es irgend gestattet, sorgen heute bereitwilligst für eine Badegelegenheit. Ist dies doch heute so einfach zu bewerkstelligen. Die ganze Anlage eines Brausebades mit 12 Zellen stellt sich nicht höher als etwa auf 1500 ℳ. Die Unterhaltungskosten sind auf den Kopf der Arbeiter berechnet verschwindend niedrig.

1. Brause- und Wannenbäder.

Um der geringen Anlagekosten willen wird das Brausebad stets in erster Linie zu berücksichtigen sein. Über die zweckmäßigste Einrichtung solcher Brausebäder hat ein Preisausschreiben des Deutschen Brauerbundes eine Reihe von Normalvorschriften ergeben, die wir im nachstehenden wiedergeben:

„Bezüglich des zur Herstellung von Brausebädern zu verwendenden Materials soll alles vermieden werden, was porös und wasseranziehend oder was ermöglicht, daß sich in Ritzen und Fugen Schmutz ansetzt und die Sauberhaltung der ganzen Einrichtung erschwert oder gar unmöglich macht. Es muß anerkannt werden, daß der Industrie noch ein weites Feld behufs Herstellung eines geeigneten Baumaterials offen ist. Abgesehen von dem zu kostspieligen Schiefer läßt sich vorerst nichts Besseres zu den Wänden der Einzelzellen verwenden als Zinkblech. Erst in zweiter Linie ist die Verwendung von sog. Rabitz- oder Monierwänden zu empfehlen und auch nur dann, wenn die Oberflächen der Wände gut geglättet sind. Ein Ölfarbenanstrich hat auf die Dauer der Einwirkung warmen Wassers oder Seifenschaums nicht widerstanden.

Die Wände sind 2 m hoch und in etwa 10 cm Abstand vom Fußboden zu errichten, damit zwischen den einzelnen Teilen eine möglichst ausreichende Ventilation Spielraum gewinnt. Der Fußboden ist gleichfalls für Wasser undurchlässig, aus Asphalt, Zement oder Terrazzo herzustellen. Nicht nur der Billigkeit wegen verdient ersterer den Vorzug, sondern auch deshalb, weil das Betreten desselben mit bloßen Füßen am wenigsten unangenehm ist. Um das Eindringen des Wassers aus der Badezelle in den Ankleideraum zu verhindern, soll letzterer höher gelegt sein als diese.

Um eine Stufe zu vermeiden, müßte der Fußboden im Ankleideraum hinreichendes Gefälle nach der Badezelle zu bekommen. In der Badezelle selbst soll im Fußboden eine muldenförmige Vertiefung angebracht sein, deren tiefste Stelle den Hauptstrahl der Brause empfängt und die beim Beginne des Bades soweit gefüllt wird, daß das Wasser dem Badenden bis zu den Knöcheln reicht. Hierdurch wird Gelegenheit geboten, sich vor der Brause gründlich einzuseifen, namentlich aber die Füße zu reinigen. Der übrige Fußboden hat Neigung nach der Mulde, deren Kanten abzurunden sind. An der tiefsten Stelle sitzt das Abflußventil, an der höchsten das Überlaufrohr, derartig angebracht, daß vollständige Reinhaltung möglich bzw. ein Eintreten des Wassers in den Ankleideraum verhindert wird. Diese Mulde dürfte in fast allen Fällen die Anlage einer besonderen Waschvorrichtung überflüssig machen.

Seitlich, möglichst geschützt gegen die Strahlen der Brause, befindet sich ein Seifennapf. Jeder Lattenrost und im Baderaum selbst jede Verwendung von Holzwerk ist tunlichst zu vermeiden und nur insofern zulässig, als es, wie z. B. das Sitzbrett, leicht zu entfernen ist. Auch muß dahingestellt bleiben, ob

zwischen Ankleide- und Badezelle eine Tür angebracht werden soll. Obgleich eine solche nicht unbedingt notwendig ist und die Aufrechterhaltung der Sauberkeit erschweren kann, mag sie doch zum Schutz der Kleider vor Bespritzen nicht unter allen Umständen als überflüssig bezeichnet werden. Von der Aufstellung eines Holzschemels im Baderaum ist abzusehen, da er besonders geeignet ist, Krankheitsstoffe aufzunehmen und zu übertragen. Derselbe läßt sich durch einen Zinkwulst auf massiver Unterlage ersetzen.

Die Brause ist schräg zu stellen. Das vertikal aus der Höhe herabstürzende Wasser ist namentlich schwächeren oder zu Blutwallungen neigenden Personen unzuträglich. Eine im Winkel von ungefähr 45 Grad stehende und unter gelindem Druck ausströmende Brause würde das Richtige treffen. Am zweck-



Abb. 14. Douche-Badeanstalt.

mäßigsten wird die Brause an der Scheidewand zwischen Ankleide- und Badezelle befestigt und aus einem Wasserreservoir mit 28° R. Austrittstemperatur gespeist. Die Zumessung eines Maximums an gewärmtem Wasser, welche für Volksbadeanstalten als ein für die Selbsterhaltungsfähigkeit wichtiges Prinzip gilt, erscheint für Arbeiterbäder in den Fabriken überflüssig. Die Brause soll nur so lange laufen, als der Badende an der Kette zieht. Um aber demselben während der Tätigkeit der Brause die Hände zum Waschen frei zu machen, ist es erforderlich, daß zu diesem Zweck ein Haken in der Wand passend befestigt wird. Beliebige Zuleitung kalten Wassers erscheint selbstverständlich. Der Ankleideraum soll etwa ebenso groß sein wie die Badezelle und in ihm soll vorhanden sein: ein Stuhl, ein Eckbrett oder Klapptisch, Kleiderhaken weit voneinander, damit die Kleider auslüften, und event. ein Paar abwaschbare Gummisandalen mit Riemen, um nicht mit nackten Füßen den Steinfußboden direkt

betreten zu müssen, und schließlich ein Stiefelknecht. Spiegel beschlagen in feuchten Räumen und sind deshalb im Korridor anzubringen. Kämme und Bürsten sind nicht auszulegen, weil durch den gemeinsamen Gebrauch leicht Kopfkrankheiten übertragen werden können. Die Heizung ist für Arbeiterbäder in Fabriken am zweckdienlichsten durch Dampf zu bewirken. Es empfiehlt sich, nach Möglichkeit die gesamte Badeeinrichtung in einen durchheizten Raum hineinzustellen. Sofern sich Fußbodenheizung herstellen läßt, würde diese besonderen Vorzug verdienen. Bei einer gewöhnlichen Dampfheizung sind die Heizkörper außerhalb der Zelle und insbesondere unterhalb der Fenster entlang zu führen. Damit auch Ankleideraum und Badezelle an dem Luftwechsel teilnehmen und nicht als tote Winkel außerhalb desselben liegen bleiben, sind die obenerwähnten Abstände der Wände vom Fußboden innezuhalten. Peinlichst ist die Zuführung frischer nicht erwärmter Luft durch unzweckmäßig angelegte Fenster oder Ventilationsklappen zu vermeiden. Größte Leistungsfähigkeit bei möglichst geringem Raumbedarf; geringe Kosten der Anlage und des Betriebes, Fernhalten von Holz oder porösem Material, rationelle Stellung der Brause (im Winkel von 45 Grad) mit Rücksicht auf schwächliche Personen usw., Gelegenheit, fester anhaftenden Schmutz, namentlich der Füße, zu entfernen, Schutz gegen Erkältungen, daher Vermeidung der Zuführung frischer kalter Luft: so lauten die Forderungen, welche gestellt werden müssen, um für unsere Arbeiter passende Badeeinrichtungen zu erhalten — Einrichtungen, die sich, wie auch die Preisaufgabe verlangt, durch Brauchbarkeit, Solidität, Einführbarkeit bei gleichzeitig einladender und einfachster Beschaffenheit auszeichnen."

Bezüglich der Benutzung sind bestimmte Vorschriften zu erlassen. Im allgemeinen ist es üblich, bei größeren Anlagen die Aufsicht einem besonderen Bademeister zu übertragen, bei kleineren Betrieben genügt gelegentliche Kontrolle. Die Zellen sind in den freien Stunden von den Arbeitern zu benutzen, sie werden aber in bestimmten Fabriken auch den ganzen Tag zur Verfügung der Arbeiter gehalten. Die Benutzungsdauer ist auf 25—30 Minuten zu beschränken. Die Benutzung erfolgt nach der Reihenfolge der Anmeldungen, die beim Bademeister, sonst etwa beim Portier aufzugeben ist. Ob Handtuch oder Seife mitzubringen ist oder gegen Entgelt (5 ₰) hergegeben wird, ist in den verschiedenen Fabriken verschieden. Manche Fabriken geben die Bäder überhaupt unentgeltlich, andere verlangen für das einzelne Bad 5 ₰. Diese Gebühren fließen dann bei der Mehrzahl der Fabriken in eine Arbeiterhilfskasse oder eine ähnliche gemeinnützige Einrichtung. In dieser Form kann die Leistung gegen Entgelt keinesfalls Mißmut erwecken. Soweit es die Einrichtung und der Andrang zulassen, werden die Bäder in einzelnen Fabriken auch den Familien der Arbeiter zur Benutzung überlassen. Es sind dafür natürlich besondere Zeiten festgelegt. Einzelne Betriebe (so die Schultheißsche Brauerei) haben für die Familien der Arbeiter besondere Badeeinrichtungen hergestellt.

Für die Angestellten und Meister sind besondere Zellen zu reservieren. Mit den Brausebädern werden häufig noch Wannenbäder für Kranke, Rekonvaleszenten verbunden, für die besondere Bestimmungen getroffen sind.

Wir führen als Beispiel einer Badeanstalt die musterhafte Nürnberger Einrichtung der **Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg** an. Die Firma berichtet:

In Mitte des Werkes schließen sich östlich an die elektrische Zentrale in zwei getrennten, parallel laufenden Gebäuden die Kantine mit Lehrlingsschule und die Badeanstalt an. Sie bilden einen für sich abgeschlossenen, nur zu bestimmten Zeiten für die Arbeiterschaft zugänglichen Rayon.

Das Gebäude der Badeanstalt — im Herbst 1900 erbaut — umfaßt bei etwa 290 qm Grundfläche:

a) eine Abteilung für Brausebäder,
b) eine solche, enthaltend Warteraum und Wäscherei, und
c) eine Abteilung für Wannenbäder.

Auf Betonfundamenten erheben sich die Umfassungsmauern und Zwischenwände in Backsteinmauerwerk; die Dachungen bestehen aus Bimsbetondecken, auf Eisenkonstruktion lagernd. In der Längsachse der Abteilung für Brausebäder läuft auf ganze Länge eine Oberlichtkonstruktion durch, welche in der Mitte dachreiterartig ausgestaltet ist.

Der Fußboden ist in allen Räumen Stampfbeton, teils mit Zementestrich, teils mit Asphaltschichte versehen. Außerdem sind in dem Warteraum und in den Gängen der Baderäume Linoleumbeläge angebracht und Kokosmatten als Vorlagen in den Zellen verwendet.

Sämtliche Räume werden mit Niederdruck-Dampfheizung erwärmt. Die Entlüftung erfolgt durch Luftschächte in Verbindung mit den Fenstern und dem Dachaufsatze.

Die Tagesbeleuchtung vermitteln eine reichlich bemessene Anzahl von Fenstern in beiden Längsfronten und das Oberlicht im Duscheraum; außerdem ist elektrisches Licht vorgesehen.

In der Mitte der Abteilung für Brausebäder sind in einer Doppelreihe von je 10 = 20 Brausezellen angeordnet.

Getrennte Leitungen führen den Zellen Kaltwasser und Frischdampf aus dem nebenliegenden Kesselhause der elektrischen Zentrale A_2 zu, deren Mischung erst in der Zelle selbst mittels des hier angebrachten Mischventils stattfindet. Damit ist ermöglicht, die Temperatur jedes Bades nach Bedarf und Wunsch innerhalb bestimmter Grenzen zu regeln. Die selbstmontierten Einrichtungen mit den Mischhähnen für Dampf und Kaltwasser von Warns-Gaye in Hamburg bei festen Brausen und einem Salzmannschen Druckreduzierventil (Leipzig) bewähren sich gut. Eine solche Einrichtung setzt aber eine sorgfältige Ausführung und Behandlung voraus, sollen Verbrennungen durch Dampf oder heißes Wasser vermieden werden, welche ungünstigen Erfahrungen anderwärts gemacht wurden.

An beiden Längswänden und zum Teil auch noch in dem für Duschen nicht benötigten Mittelraum sind in Summa 40 Auskleidezellen verfügbar. Der noch verbleibende Raum auf der einen Seite wird zur Unterbringung von Requisiten, auf der anderen als Abort ausgenützt.

Die Wandungen der Brause- und der Ankleidezellen (soweit bei letzteren nicht die Längswände solche bilden) sind aus Pitch-pine- und Föhrenholz gefertigt und mit Leinölfirnis ohne Farbenzusatz gestrichen, daß sie die natürliche Holzfaser zeigen.

Die Eisenkonstruktionen sind mit heller Ölfarbe und die sonstigen Wandungen mit weißer Zonkafarbe gestrichen.

Den Boden der Brausezellen überdecken Holzroste, zur Reinigung der Füße sind kleine Schemel vorhanden. Den Schlüssel der Auskleidezelle nimmt der Badende mit in die Brausezelle und hängt ihn an den hierfür bestimmten Haken. Als Abschluß der Brausezellen dienen Gummivorhänge, welche an Ringen leicht zu handhaben sind.

Zur Ausstattung einer Auskleidezelle zählen: ein Fußteppich und eine klappbare Sitzbank, ein Stiefelknecht, ein fest angebrachter kleiner Spiegel, ein Brett für Kamm und Bürste und einige Haken für die Kleider usw. Jede Zelle ist durch eine Türe verschließbar und stets nur für einen Badenden bestimmt.

Im Warteraum befinden sich außer der gebotenen Sitzgelegenheit ein Schrank zur Aufbewahrung frischer Wäsche und ein Einwurfkasten für die benützte Badewäsche, sowie eine Uhr. Die Wäscherei enthält die für Reinigung und Trocknung der Badewäsche unbedingt erforderlichen Geräte und Maschinen, welche mit Hand betrieben werden.

Die Abteilung für Wannenbäder umfaßt sechs verschließbare Badekabinen (für je eine Wanne) und einen Abort. Den eisernen, emaillierten Wannen wird das temperierte Wasser durch Ablaufhähne zugeführt; Mischhähne, in die Leitung jeder Zelle eingebaut, gestatten die Wahl der Temperatur des Badewassers jedes einzelnen Bades innerhalb bestimmter Grenzen zu treffen.

Ablaufventile am Boden der Wannen lassen eine rasche Entleerung nach der Kanalisation zu. Jede Wanne ist außerdem mit einer Brause versehen.

Die Kabinen sind durch Holzwände in gleicher Ausführung wie die Zellen im Brausebad abgeteilt und durch eine Tür verschließbar. Dieselben haben die gleiche Ausstattung wie die dortigen Auskleidezellen, nur tritt an Stelle einer Klappbank ein Sitzschemel.

An Personal zur Bedienung der Badeanstalt und zur Instandhaltung der Wäsche ist vorhanden: ein Badediener und eine Wäschefrau (Eheleute). Im Hinblick auf Sauberkeit, Lüftung, Temperatur der Bäder und der Räume und sanitäre Überwachung überhaupt ist die Badeanstalt dem ständigen Heilgehilfen des Werkes unterstellt, in allen geschäftlichen und polizeilichen Angelegenheiten der Kantinenverwaltung.

Eine Zusammenstellung der Kosten der Badeanstalt ergibt folgendes Resultat:

1. Baukosten	23 744.46 ℳ
2. Beheizung, Beleuchtung usw.	11 756.36 ℳ
3. Innere Einrichtung	4 562.— ℳ
Gesamtsumma	40 062.82 ℳ

Badeordnung.

Dieselbe richtet sich lediglich nach den Anforderungen des Betriebes. Zu ihrer Beurteilung ist die Kenntnis der Betriebsverhältnisse und der sonst Einfluß übenden örtlichen Verhältnisse nötig. Auszugsweise ist zu erwähnen, daß die Zuweisung der Bäder an die verschiedenen Betriebe und Werkstätten von dem Gesichtspunkte ausgeht, es soll jeder Arbeiter (etwa 4000) je nach dem Grade des Reinigungsbedürfnisses des bezüglichen Gewerkes innerhalb vier Wochen mindestens 1 bis 4 Bäder, hiervon innerhalb eines Vierteljahres mindestens 1 bis 3 Vollbäder nehmen können.

Die Benutzung der Bäder ist für Arbeiter innerhalb der zugeteilten Bäderzahl und Badezeit freistehend. Damit die Bäder täglich (ausgenommen Sonn- und Feiertags) allen Werkabteilungen zur Verfügung stehen, werden auch täglich die dem Badebedürfnis und der Kopfzahl jeder Abteilung entsprechende Anzahl von Badekarten an die Abteilungen ausgegeben. Die nicht abgenommenen Badekarten geben an die Kantinenverwaltung zurück (siehe die Übersicht der . . . . abgegebenen Badekarten). Den Lehrlingen ist ein Bad pro Woche vorgeschrieben und die Zeit hierfür bestimmt. Frauen kommen nicht in Betracht, weil nur einige wenige im Werk beschäftigt sind.

Das Bad selbst ist frei, für Benutzung von Wäsche und Seife im Brausebad wird 5 ₰ und für solche im Wannenbad 10 ₰ bei Entnahme einer Badekarte entrichtet. Lehrlinge erhalten Wäsche und Seife kostenlos.

Die Badezeiten fallen außerhalb der regelmäßigen Arbeitszeiten und sind hierzu bestimmt: mittags 1½ Stunden, abends je nach Schluß 2—3 Stunden. An Sonn- und Feiertagen wird nicht gebadet. Für ein Brausebad ist ¼ Stunde, für ein Vollbad ½ Stunde — einschließlich Aus- und Ankleiden — angesetzt. Für Meister und Beamte ist das Bad an vier Werktagen je eine Stunde vor Nachmittag-Arbeitsschluß im Werk verfügbar.

Für die Lehrlinge sind als Badezeiten die denselben zustehenden vor- oder nachmittägigen ½stündigen Arbeitspausen angewiesen, so daß sie auch niemals mit den Erwachsenen gemeinsam baden, sondern unter sich.

Das Bad ist seit März 1901 in Benutzung genommen. Die Frequenz seitens der Arbeiterschaft ist im ganzen eine mäßige zu nennen; doch zeigt sie nach und nach eine ansteigende Tendenz. Sie ist beeinflußt insbesondere durch den Umstand, daß aus Betriebsrücksichten nur an den Werktagen und in den arbeitsfreien Stunden gebadet werden kann. Die Beschränkung der Badezeiten ist auch dadurch bedingt, daß das Bad im Mittelpunkt des Werkes liegt und deshalb besondere Maßnahmen für die Aufsicht der ab- und zugehenden Leute möglich macht. Auch trägt die erhebliche Entfernung des Werkes von der Stadt, somit von den Wohnungen des größten Teiles der Arbeiterschaft, dazu bei, das Bad meist nur unmittelbar im Anschluß an den Arbeitsschluß zu benutzen. Mit dem nach und nach erfolgenden Anwachsen von Wohngelegenheiten durch Erweiterung der eigenen Arbeiterkolonie und Erbauung von Wohngebäuden durch Private in unmittelbarer Nähe des Werkes wird auch hierin Änderung eintreten und diese Wohlfahrtseinrichtung mehr und mehr ihrem segensreichen Zweck dienstbar machen.

Bei der Firma **W. Spindler** haben die Arbeiter für ein Brausebad 10 ₰, für ein Wannenbad 20 ₰ zu entrichten. Im Jahre 1902 wurden 3057 Brause-, 12 827 Wannen- und 934 Dampfbäder verabreicht.

Bei den Höchster Farbwerken vorm. Meister, Lucius & Brüning sind 400 Wannenbäder, 200 Waschplätze mit Brausen und außerdem noch 2000 Waschplätze ohne Brausen vorhanden.

2. Flußbäder.

Die Einrichtung von Flußbädern ist nur unter besonders günstigen Voraussetzungen möglich. Die Anlage erfordert je nach der Größe und je nachdem man nur für männliche oder auch für weibliche Arbeiter zu sorgen hat, einen Aufwand von 1000—3000 ℳ. In der Regel wird ein größeres, ringsum geschlossenes Schwimmbad für Männer, ein kleineres für Frauen hergerichtet, dazu kommen noch einige Kabinen für Nichtschwimmer. Zum An- und Auskleiden dienen die üblichen Schuppen mit Abteilungen. Die Beaufsichtigung liegt in den Händen von Bademeistern bzw. Badefrauen, fehlt aber in andern Fällen auch ganz. Die Benutzung ist bei den Kaltbädern durchweg unentgeltlich. Man könnte wohl die Frage aufwerfen, ob es sich in den Fällen, wo die Arbeiter während der Arbeitszeit baden dürfen, hier bei den Flußbädern wie bei den Wannenbädern mit der Ordnung im Betriebe vereinen läßt, wenn die Arbeiter sich so ohne weiteres

von der Arbeit entfernen. Es scheint aber, als ob dies in der Praxis keine Schwierigkeiten verursacht. Kommt doch immer nur ein kleiner Bruchteil der Arbeiterschaft und nur für kurze Zeit zum Baden. Übrigens finden wir in einer Badeordnung gegenüber etwaigen Rücksichtslosigkeiten die Bestimmung, „daß die Meister die Billettabgabe in der Art überwachen müßten, daß in keiner Arbeit eine Stockung eintreten könne, und jedenfalls Maschinen mit Tagelohnbedienung keinen Stillstand erlitten, aber auch solche mit Akkordarbeit möglichst im Gange gehalten würden".

Um ein Beispiel anzuführen, sei erwähnt, daß die Firma **W. Spindler** zwei Flußbadeanstalten, für Männer und Frauen, den im Betriebe beschäftigten Personen und deren Angehörigen unentgeltlich zur Verfügung gestellt hat.

3. Waschgelegenheiten und Umkleideräume.

Besondere Umkleideräume werden heute wohl in den meisten Fabriken bestehen, in denen die besondere Arbeit das Umkleiden der Arbeiter nötig macht. Ebenso dürfte es mit den Waschgelegenheiten sein, die dort, wo Umkleideräume vorhanden sind, am besten mit denselben verbunden werden. Noch nützlicher ist es natürlich, bei sehr schmutzender Arbeit, wie z. B. beim Kohlenbergbau, an Stelle der Waschgelegenheit wenn irgend angängig eine Badegelegenheit und sei es auch nur in der einfachsten aber völlig ausreichenden Form des Brausebades zu schaffen (vergl. Abschn. 1). Für kleinere Verhältnisse wird es schon als ausreichend anzusehen sein, solche Umkleideräume durch event. Abteilung größerer Arbeitsräume oder durch Benutzung kleinerer Nebenräume auszusparen, für größere Betriebsanlagen wird aber, soweit überhaupt nötig, die Beschaffung besonderer Umkleideräume von vornherein vorzusehen sein. Wo diese Umkleideräume zu liegen kommen, ist an sich nicht von wesentlicher Bedeutung; man wird hierbei indes folgende Gesichtspunkte zu beachten haben:

1. Soweit auch weibliche Arbeitskräfte beschäftigt werden, sind die Einrichtungen selbstredend zu trennen und mit besonderen Eingängen zu versehen.
2. Die Räume müssen im Winter geheizt werden können und müssen mit Wasserzuleitung versehen sein. Eine besondere Warmwasserzuleitung ist zweckmäßig. Auch ist für die nötige Beleuchtung und Ventilation zu sorgen.
3. Die Aufstellung der Kleiderständer richtet sich nach der Anordnung der Waschgelegenheiten. Werden diese an den Wänden angebracht, so müssen die Ständer selbstredend in die Mitte gebracht werden und umgekehrt. Im allgemeinen scheint man die Anbringung der Waschgelegenheiten in der Mitte des

Raumes zu bevorzugen. Wo sich an Stelle der Kleiderständer einfache Schränke anbringen lassen, wird dies von den Arbeitern mit Dank entgegengenommen, allerdings verteuert dies die Anlage nicht unerheblich.

Im einzelnen ist noch Folgendes zu bemerken:

Soweit die Arbeit eine nasse ist, müssen für die Umkleideräume Trockenvorrichtungen vorgesehen werden. Man benutzt hierzu u. a. große durch Dampfheizung erwärmte Öfen, welche ringsum mit Trockengestellen versehen sind. Die sich entwickelnden Wasserdämpfe müssen selbstredend abgezogen werden.

In den Umkleideräumen der Bergwerksbetriebe werden die Arbeitskleider mehr und mehr in hohen luftigen Hallen durch Haken hoch bis unter die Decke gezogen. Der hierzu dienende Strick wird unten an einem Gestell festgehakt und kann durch ein Vorlegeschloß gesichert werden. Die Kleider dunsten unter der Decke rascher aus und trocknen schneller. Da der untere Raum voll benutzt werden kann, liegt in dieser Einrichtung für den Betrieb eine bedeutende Raum- und Kostenersparnis. An den Waschstellen darf nicht zu sehr gespart werden, damit nicht Zank und Streit entsteht. Die Waschbecken werden am besten in der Form von Kippschalen aus emailliertem Eisenguß genommen (sie lassen sich leichter reinigen als die feststehenden Schalen mit Pfropfen). Dies bedingt zwar einen besonders konstruierten Waschtisch mit Zuleitung und Ableitung, mindestens mit letzterer, ist dafür aber auch am saubersten im Betriebe.

Als Beispiele derartiger Anlagen seien hier zwei in Dammers Handbuche dargestellte Apparate angeführt. Der erstere stellt einen Waschständer mit acht Kippbecken aus Kippschalen dar, der sehr geringen Raum einnimmt und daher überall leicht anzubringen ist, der letztere gibt das Detail einer bei **F. Brandts** in **M.-Gladbach** im Gebrauch befindlichen Waschvorrichtung. Die zweiseitig angeordneten Waschbecken sind in ein festes, tischartiges Holzgestell eingesenkt, unter dessen Mitte die Rinne für schmutziges und überlaufendes Wasser liegt. Das Zuflußrohr ist nur für einen Doppelwaschstand mit Zweigrohren und Hähnen versehen; hinter demselben folgt ein Zuflußrohr mit Absperrhahn, welcher gemeinsam für die auf den eben genannten Doppelwaschstand folgenden weiteren Stände dient. Diese weiteren Stände sind mit Zweigrohren ohne Hähne angeschlossen. Die Einrichtung hat den Zweck, Hähne und Reparaturen zu ersparen, und es wird dies dadurch erzielt, daß für die allgemeine gleichzeitige Benutzung die sämtlichen Becken, mit Ausnahme der obengenannten zwei, durch Öffnen des Absperrhahns im Zuflußrohr gefüllt werden, während jene zwei für besonderen Gebrauch in Zwischenzeiten zur Verfügung bleiben.

Die **Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg** beschreibt ihre Kleiderschränke für Arbeiter folgendermaßen:

Aus fichtenem und föhrenem Holze im eigenen Betriebe angefertigt, bieten solche Schränke den nötigen Raum zur Unterbringung der Straßenkleidung, Kopfbedeckung und event. auch des Schuhwerkes von je zwei Arbeitern. Auch die Handtücher finden darin an der Innenseite der Türe Unterkunft. Von der Anbringung eines Schlosses mit Schlüssel wird mehr und mehr Abstand ge-

nommen und dafür Drücker oder Drehgriffe verwendet. Diese Schränke lassen sich in Ausnutzung des jeweils verfügbaren Raumes in Reihen anordnen mit gemeinsamer Rückwand. Eine Verbesserung, die zwar nicht unbedingt geboten ist, welche aber die Reinlichkeit fördert und besonders in staubigen Werkstätten empfohlen wird, besteht in der Neigung des Kopfteiles nach dem Werkstattinnern zu. Der sich auf dem Deckbrett ablagernde Staub ist leichter zu entfernen und bleibt auch das meist unschöne Ablegen von irgendwelchen Gegenständen auf dem Schrank vermieden. In größerer Zahl angefertigt, errechnet sich der Preis für einen Schrank mit 12 ℳ.

Dieselbe Firma hat in den Werkstätten des Werkes verschiedenartig angeordnete Wascheinrichtungen für Arbeiter. Anordnung, Art und Umfang der Wascheinrichtungen bemessen sich nach den verfügbaren Räumen, wie auch besondere Betriebsarten besondere Einrichtungen bedingen.

In der Mehrzahl sind Waschtröge in Benutzung. Meist sind es gußeiserne, emaillierte Tröge, ein- oder auch doppelseitig angeordnet, denen das vorgewärmte reine Wasser durch Überlaufrinnen und Zulaufröhren zugeführt wird.

Die Überlaufrinnen der Tröge haben meist nur zottenartige Vorsprünge, um jeder Waschstelle Wasser zuzuführen; die Zulaufröhren dagegen Hähne, um das Wasser nach Bedarf zu entnehmen.

Das schmutzige Wasser läuft durch Ablaufrohre — mit oder ohne Ventile — nach den Kanälen ab. In neuerer Zeit sind Tröge aus Zinkblech in einfacherer Ausstattung in Benutzung genommen worden.

Für Betriebe, in denen die Arbeiter einzeln während der Arbeit und vor den Zwischenpausen sich öfter die Hände reinigen oder sich waschen, wie z. B. in Anstreicherwerkstätten, Lackierereien, bei der Farbenbereitung usw., dann für Werkstätten, in denen mangels Raum die Aufstellung von Trögen nicht möglich ist, sind Wandklappbecken — gußeiserne und emaillierte — nach Art der in den Eisenbahnpersonen- und in den Dienstwagen gebräuchlichen, angebracht. Die Durchwärmung des Waschwassers erfolgt mittels Dampf in Mischhähnen und zwar meist für eine Gruppe von Waschvorrichtungen gemeinsam.

Am dauerhaftesten erweisen sich die selbstgefertigten Waschtröge aus Zinkblech. Die Emaille der gußeisernen Tröge ist empfindlich und splittert bei unachtsamer Behandlung leicht ab, wodurch dann das Anrosten des Troges selbst unvermeidlich ist. Sehr bequem sind die Klappbecken, doch auch sie bedingen eine bei Arbeitern nicht durchweg zu findende besonders sorgfältige Behandlung.

Für die Bemessung der Waschstellen für eine Werkstätte ist im Werk der Satz von einer Waschstelle auf je vier Arbeiter zugrunde gelegt, derselbe hat sich als durchaus zureichend erwiesen. Bei Arbeitsschluß können in 5 bis 6 Minuten vier Arbeiter aufeinanderfolgend sich reinigen.

Die Erfahrung lehrt zudem, daß ein großer Prozentsatz an Arbeitern die Gelegenheit, sich vor Austritt aus der Werkstatt waschen zu können, nicht benutzt.

b) Gesellschaftsräume.

Eine Reihe von Unternehmern stellen ihren Arbeitern für gesellige Zwecke Räume zur Verfügung, einige haben sogar besondere Gebäude dafür geschaffen. Diese sog. Fabrikheime entsprechen namentlich dann einem Bedürfnis der Arbeiter, wenn die Arbeiterkolonien von einem größeren Ort weit entfernt sind, also keine Gelegenheit zu Zusammenkünften und zur Pflege der Geselligkeit vorhanden ist. Außerdem haben sie, da in ihnen kein Trinkzwang herrscht, die gute

Wirkung, die Arbeiter dem Wirtshaus zu entfremden. In dem Fabrikheim befindet sich meist das allgemeine Gastzimmer, dann wohl noch eine Kegelbahn, die etwa vorhandene Arbeiterbibliothek ist oft dort untergebracht usw. Die Vereine der Fabrikarbeiter halten im Fabrikheim ihre Sitzungen und, wenn die Räume groß genug sind, auch ihre Vergnügungen ab. Im letzteren Falle finden dann auch meist die von der Fabrikleitung veranstalteten Fabrikfeste dort statt.

Die Firma **Villeroy & Boch** in **Mettlach** berichtet über ihre Gesellschaftsräume folgendes: Im Jahre 1857 hat Eugen von Boch auf einem Bergabhange bei Mettlach den sog. Pavillon errichten lassen und zur Verfügung der Beamten und Arbeiter gestellt. Dort unterhält die Firma eine billige Restauration mit großem Garten für Sommerwirtschaft und einer Halle für die Winter-

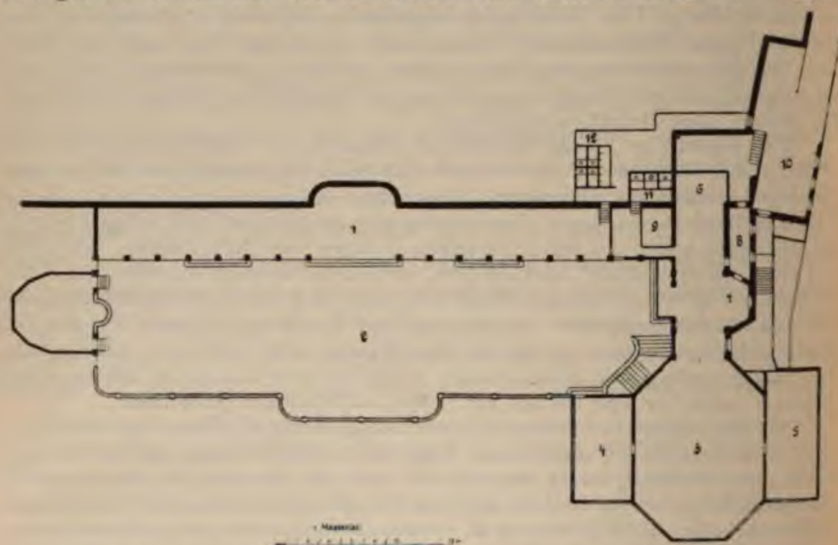


Abb. 15. Pavillon der Steingutfabrik von Villeroy & Boch, Mettlach.

vergnügungen. In zugehörigen Räumen befindet sich eine Bibliothek, Bühne, Billard und zwei gedeckte heizbare Kegelbahnen. In dem Pavillon werden im Sommer alle 14 Tage von der Fabrikkapelle Konzerte abgehalten, die von den Arbeitern zahlreich besucht werden; hier halten auch die Beamten und Arbeitervereine ihre Versammlungen und Feste ab. Im Pavillon ist ferner eine Turnanstalt eingerichtet, wo ein an der Zentralturnanstalt in Berlin ausgebildeter Lehrer den Unterricht erteilt. (Abb. 15.)

Die **Höchster Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning** haben für festliche Anlässe in der Fabrik, Jubiläen usw. eine besondere Festhalle mit 500 qm Bodenfläche errichtet. Diese Halle stellt die Fabrik auch mehrmals im Winterhalbjahre dem Verein für Volksvorlesungen in Höchst zur Abhaltung von Volkskonzerten zur Verfügung.

Das von den **Gerresheimer Glashüttenwerken**[1]) erbaute Fabrikheim um-

1) Aus Mieck a. a. O. Seite 202.

faßt geräumige Wirtszimmer, einen großen Saal von 570 qm Bodenfläche, einen kleinen Saal mit Billards, einen großen schattigen Garten und eine bedeckte Kegelbahn.

c) Ferienheime.

In derselben Weise, wie die großen allgemeinen Vereinigungen für die Entsendung erholungsbedürftiger Kinder nach Seehospizen und Sommerheimen Sorge tragen, haben einzelne Arbeitgeber angefangen, besondere Fabriksferienheime für die Kinder ihrer Arbeiter zu schaffen. Es ist nicht zu leugnen, daß es eine ganz besonders dankbare Aufgabe ist, gerade für die heranwachsende Generation und ihre körperliche und geistige Gesundheit und Frische zu sorgen, und daß es hier noch recht viel wieder gut zu machen gilt, was Unfähigkeit und Unkenntnis der Eltern gesündigt haben, ist leider nur zu wahr. Bei der Durchsicht des uns vorliegenden, reichen Materials war es uns interessant, die Tatsache zu konstatieren, daß diese Ferienheime immer nur für die Kinder bestimmt sind. Für Erwachsene hat man zwar Genesungsheime d. h. Anstalten geschaffen, die die Rekonvaleszenz erleichtern und fördern, nirgends aber finden wir die vorbeugende Form der Ferienheime, obwohl einige Firmen die Urlaubsgewährung an ihre Arbeiter in die Reihe ihre Fürsorgebestrebungen aufgenommen haben. — Es wird sich bei Errichtung eines solchen Ferienheimes zunächst darum handeln, zu entscheiden, ob man an die See oder ins Gebirge gehen will oder aber in irgend eine günstig gelegene Gegend auf dem platten Lande. Hier wird eben die Lage der Fabrik oder des Betriebes in erster Linie mitsprechen, da es sich, abgesehen von besonderen Fällen, meistens nicht sowohl darum handelt, den Kindern gerade den Aufenthalt an der See oder anderseits im Gebirge zu verschaffen, sondern darum, dieselben irgendwo in gesunder Luft möglichst gesundheitsgemäß einige Wochen zu verpflegen.

Das auf Seite 502, im Grundriß (Abb. 16), abgebildete Ferienheim der **Molkerei** von **C. Bolle, Berlin**, liegt in Milow b. Rathenow a. d. Havel und wurde bereits im Jahre 1890 erbaut. Dasselbe ist mit 125 Betten ausgestattet und vereinigt die erholungsbedürftigen Kinder der Angestellten der Firma auf die Dauer von sechs Wochen.

Das Hauptgebäude des Heimes enthält folgende Räumlichkeiten:

1. Im Souterrain Küche, Wirtschaftsraum und Speisesaal.

2. Parterre: Wohnräume, Krankenstuben, Hausapotheke, Garderobe und einen großen Andachtssaal, in welchem sich alle Ferienheimsbewohner früh um 7 Uhr und abends um 8 Uhr zu einer kurzen Andacht, bei schlechtem Wetter auch wohl zu belehrender Unterhaltung zusammenfinden.

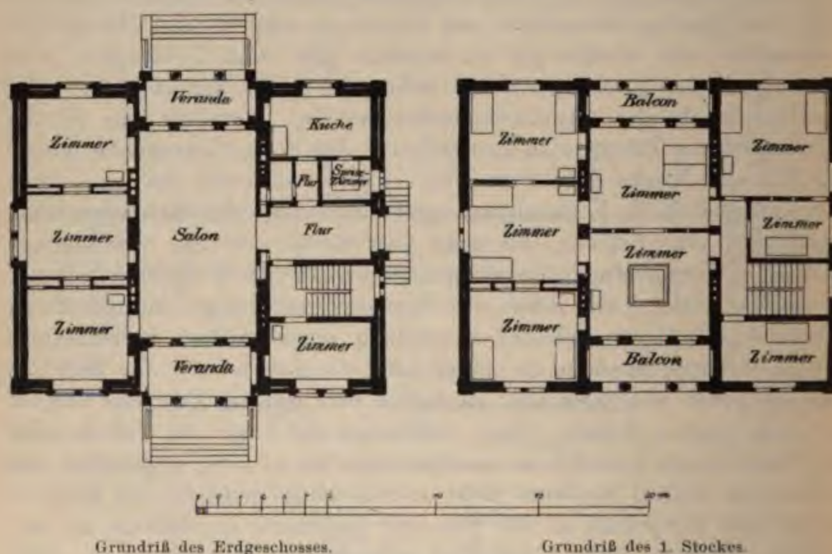
3. Erstes Stockwerk: Wohnräume, Schlafräume und einen Spielsaal, der nur bei schlechtem Wetter benutzt wird und dessen Wandschränke die verschiedensten Spiele zur Beschäftigung im Zimmer enthalten.

4. Zweites Stockwerk: Schlafräume, die für jedes Kind ein Bett, ein kleines Spindchen für Wäsche usw. und Wascheinrichtungen enthalten. Die Spindchen

können zugleich als Sitzbänkchen und Schreibtischchen dienen. Die Wirtschafts-Baderäume usw. sind in einem Nebengebäude untergebracht.

Das Heim liegt in einem schattigen Park, an den ein mehrere Morgen großer, von Baumreihen umgebener Spielplatz grenzt. Der größte Teil dieses Platzes bildet Rasen, ein kleinerer blieb frei für Spiele im Sande. Auf dem Platze sind verschiedene Turngeräte angebracht, darunter auch der beliebte Rundlauf, und ein großes Zelt zum Schutze gegen Sonnenbrand und Regenfälle. Auch hier ist reichlich für Bewegungspiele mit den entsprechenden Gerätschaften gesorgt. Daneben tummeln sich die Kinder bei geeignetem Wetter täglich mehrere Stunden im nahen Kiefernwalde.

Die Pflege der Kinder, welche zwischen 5—14 Jahren zählen, wird von einem seminaristisch gebildeten Lehrer geleitet, dem eine Diakonissin, eine



Grundriß des Erdgeschosses. Grundriß des 1. Stockes.

Abb. 16. Ferienheim in Milow der Molkerei C. Bolle, Berlin.

Kindergärtnerin und eine Hausfrau mit dem nötigen Koch- und Hauspersonal zur Seite stehen.

Über die Aufnahme der Kinder entscheidet ein Arzt.

Die Kosten für die Hin- und Rückreise der Ferienkolonisten sowie sämtliche andere Unkosten werden von der Wohlfahrtskasse der Firma getragen.

Die Anlagekosten des Ferienheims inkl. Inventar und Spielplatz haben sich auf ca. 80 000 ℳ belaufen. Der jährliche Betrieb kostet für etwa 125 hinausgesandte Kinder 7500 ℳ. Die Unterhaltungskosten für ein Kind stellen sich pro Tag auf etwa 1 ℳ.

Die **Versicherungsgesellschaft Wilhelma, Magdeburg,** ist im Begriffe, im Harze (Bad Harzburg) für ihre Angestellten in wunderschönster Lage ein Sommerheim einzurichten. Doch sollen hier nicht nur die Kinder, sondern gleichzeitig mehrere ganze Familien ihren Sommerurlaub verbringen.

d) Abendheime.

Sobald die Fabriken abends geschlossen werden, also von etwa 6 Uhr ab, sind die unverheirateten Arbeiter, Burschen wie Mädchen, sich selbst überlassen und namentlich, wenn sie nicht im Elternhause leben, ohne Aufsicht und dadurch manchen Gefahren ausgesetzt. Man darf wohl annehmen, daß viele Arbeiter den Wunsch haben, den Feierabend in angemessener Weise zuzubringen, wenn ihnen nur Gelegenheit dazu geboten würde. In großen Unternehmungen ist vielfach dafür gesorgt durch Lehrlings-, Burschen-, Mädchen- und Fabrikheime, in denen oft auch gewisse Kontrolle über die jugendlichen Arbeiter ausgeübt wird. In den Fällen, wo sich die Fabrik in einer größeren Stadt oder in unmittelbarer Nähe einer solchen befindet, in der die ledigen Arbeiter Privatunterkommen finden können, fehlen oft jene Einrichtungen, und je größer dann die Stadt, um so zahlreicher die Gefahren, die das ungebundene Leben für die jugendlichen Arbeiter, die für ihr Alter meist verhältnismäßig viel verdienen, im Gefolge hat.

Die Zahl der eigentlichen Abendheime ist klein. Vorwiegend sind sie auf Anregung von gemeinnützigen und religiösen Vereinen entstanden, von denen sie auch oft unterhalten werden, und haben namentlich dann, wenn sie unter Aufsicht der inneren Mission stehen, konfessionellen Charakter. Soweit bekannt, sind bisher nur Abendheime für Arbeiterinnen errichtet. Was etwa ein Abendheim leisten kann, dürfte aus folgendem Musterbeispiel hervorgehen.

In Berlin[1]) ist auf Anregung des Vereins zur Fürsorge für die weibliche Jugend ein Abendheim für Arbeiterinnen errichtet, das durch freiwillige Beiträge unterhalten wird. Gegen Zahlung von monatlich 30 ₰ und Verpflichtung auf die Satzungen des Vereins kann jedes unbescholtene Mädchen das Recht erwerben, jeden Abend von 6 Uhr an in dem Heim zuzubringen. Eine Dame des Ausschusses ist stets dort anwesend und übernimmt die Leitung des Abends nach einem Programm, in welchem gemeinschaftlicher Gesang, Musikvorträge, Vorlesen und Deklamation, Spiele in erster Linie stehen. An einem Abend ist ein Kursus im Schneidern eingerichtet; in einer nahegelegenen Turnhalle wird Turnunterricht erteilt. Der zunächst im kleinen unternommene Versuch ermutigt zur Erweiterung und Nachahmung.

II. Einrichtungen für Kranke.

a) Krankenhäuser.

Wie viele Betriebe eigene Fabrikkrankenkassen eingerichtet haben, so sind auch eine Reihe von Unternehmen dazu übergegangen, eigene Krankenhäuser einzurichten. Das erscheint einmal dann geboten, wenn die Gemeinde, zu der das Unternehmen gehört, zu klein und deshalb

1) Aus Albrecht a. a. O. Seite 97.

zur Erbauung eines Gemeinde-Krankenhauses nicht leistungsfähig genug ist und ferner, wenn der Weg bis zum nächsten Krankenhaus zu weit ist. Da die Errichtung und Erhaltung eines Krankenhauses mit erheblichen Kosten verknüpft ist, bestehen solche Anstalten naturgemäß nur bei sehr großen Unternehmungen.

Für die Arbeiter der Firma **Villeroy & Boch** bestehen in Mettlach, Wallerfangen und Merzig Krankenhäuser. Die Firma teilt folgendes darüber mit: 1878 wurde in Wallerfangen von Mitgliedern der Firma mit einem Kapital von 180 000 ℳ die Sophienstiftung errichtet, die vornehmlich der Krankenpflege dienen sollte. — Das Krankenhaus in Merzig, dessen Stiftungskapital 75 000 ℳ beträgt, ist seit 1884 im Besitz der Firma. Jährlich werden dort 200 Kranke verpflegt. — Auch das in Wallerfangen bestehende Krankenhaus ist wie die beiden anderen Krankenhäuser von einem Mitglied der Firma gegründet und erst später auf die Firma selbst übergegangen. Bis 1898 wurden in der Anstalt, die 1877 auf 150 Betten erweitert worden war, 7320 Kranke aufgenommen. 1890 wurde noch ein kleineres Krankenhaus ausschließlich für Arbeiter erbaut. — Die Krankenkassen der Firma haben bezgl. Verpflegung ihrer Mitglieder in diesen drei Krankenhäusern besondere Abkommen mit diesen getroffen.

Das Krankenhaus der Firma **Gebr. Laurenz, Ochtrup**, welches gleichmäßig der ganzen Gemeinde zugute kommt, wurde von der Firma 1873 erbaut, 1897 erweitert und neu ausgerüstet. Es zerfällt in die Abteilungen für Kranken- und Invalidenpflege. Die Hauptgebäude enthalten drei große Säle, 20 Zimmer für Kranke, ein Operationszimmer, sieben Zimmer für invalide Arbeiter, Desinfektionsanstalt usw. Die Anstalt ist mit Zentralheizung und elektrischem Licht versehen. — Gegenwärtig sind täglich 18 Zimmer mit 60 Betten im Gebrauch. Im Jahre 1901 wurden 352 Kranke verpflegt. — Der Pflegesatz beträgt in der Normalklasse für Krankenkassenmitglieder und Einheimische pro Tag 50 ₰, in der besonderen Klasse 1 ℳ.

b) Sanatorien.

Während die Krankenhäuser vorwiegend für Krankheiten in Frage kommen, deren Heilungsprozeß nur kurze Zeit in Anspruch nimmt, sollen die Sanatorien solchen Kranken dienen, die zu ihrer Genesung lange Zeit brauchen, womöglich bestimmtes Klima und eine Art der Behandlung nötig haben, die sich in den allgemeinen Krankenhäusern nicht gut durchführen läßt. Zunächst ist man daran gegangen, Sanatorien oder Heilstätten für Lungenkranke zu errichten. Die Bewegung dazu ging namentlich von „Heilstättenvereinen“ aus und wurde dann von den Landesversicherungsanstalten usw. aufgenommen. Auch einige industrielle Unternehmungen haben für ihre lungenkranken Arbeiter Sorge getragen, die einen, indem sie selbst Lungenheilstätten errichteten, die andern, indem sie für ihre Arbeiter das Recht erwarben, bestimmte Heilanstalten besuchen zu können.

Die Lungenheilstätte der **Badischen Anilin- und Sodafabrik**, wohl die größte von Arbeitgeberseite errichtete derartige Anstalt, wurde, wie Albrecht (a. a. O. Seite 342) mitteilt, 1893 in Dannenfels in der Pfalz erbaut. Die Anstalt liegt geschützt, am Fuße des Donnersberges, etwa 400 m über dem Meere. Das zugehörige Terrain umfaßt 25 000 qm und besteht aus Wiesen und Kastanienwald.

Das Gebäude selbst ist zur Aufnahme von 18 Kranken eingerichtet. Es besteht aus einem dreistöckigen Pavillon mit zweistöckigem, mit der Hauptfront nach Süden liegendem Flügelbau und ist mit allen modernen Einrichtungen, Liegehallen usw. ausgestattet.

Die **Höchster Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning** haben durch pekuniäre Leistungen an die Lungenheilanstalt Ruppertshain das Recht erworben, eine gewisse Anzahl von Plätzen und Verpflegungstagen in dieser Anstalt für ihre Arbeiter beanspruchen zu können.

c) Genesungsheime.

Die aus dem Krankenhause Entlassenen sind meist noch nicht so weit wiederhergestellt, daß sie sofort ihre Arbeit aufnehmen können. Sie bedürfen noch der Kräftigung und besonderer häuslicher Pflege. Diese dürfte für den Arbeiter nicht immer sehr zweckmäßig ausfallen. Denn einmal gestatten die finanziellen Verhältnisse der Arbeiterfamilie nur selten die durch Rücksicht auf den Genesenden gebotenen größeren Ausgaben, zumal wenn infolge der Krankheit das Einkommen geschmälert war, und zum andern dürfte auch der Aufenthalt in der engen Arbeiterwohnung für eine Nachkur wenig geeignet sein, ganz abgesehen davon, daß nicht immer Verständnis für die richtige Behandlung des Genesenden vorhanden ist. Aus diesen Erwägungen heraus dürften einzelne Arbeitgeber dazu gekommen sein, ihre Arbeiter nach überstandener schwerer Krankheit in ein Genesungsheim zu schicken, das entweder von ihnen selbst errichtet ist oder vertragsmäßig zur Aufnahme einer bestimmten Anzahl Arbeiter verpflichtet ist.

Die Maschinenfabrik **R. Wolf,**[1] **Magdeburg**, hat 1895 in Braunlage a. Harz ein Erholungshaus errichtet, in dem Angehörige der Fabrik, die nach überstandener Krankheit oder aus anderen zwingenden Gründen einer kräftigen Luftkur bedürfen, in der Zeit von Mai bis Oktober vier Wochen lang unentgeltlich Aufnahme finden. Jeder Patient erhält ein freundliches, möbliertes Zimmer mit Bett sowie volle Beköstigung. Die Reisekosten (3. Klasse) trägt die Firma ebenfalls.

Der Vorsitzende des Aufsichtsrats der **Württembergischen Metallwarenfabrik Geislingen** hat eine Stiftung von 60000 ℳ errichtet, mit deren Hilfe erholungsbedürftigen Angehörigen der Fabrik der Aufenthalt in Bade- und Luftkurorten des Schwarzwaldes ermöglicht werden soll.

d) Wöchnerinnenheim.

Den vielerlei Gefahren für Gesundheit und Leben, die den Arbeiterfrauen gerade zur Zeit der Entbindung und der nachfolgenden Rekonvaleszenz drohen, will man durch die Errichtung von Wöchnerinnenasylen zu steuern versuchen. Es ist unzweifelhaft, daß eine derartige

1) Die Beispiele sind aus Albrecht entnommen.

Einrichtung von größter Bedeutung ist. Trotzdem hat die Erfahrung gelehrt, daß auch hier keineswegs von vornherein und sofort auf ein dankbares Anerkennen der Arbeiter zu rechnen ist. Das mag daran liegen, daß man durchweg in diesen Kreisen eine große Abneigung gegen das Krankenhaus hat, und etwas von diesem Vorurteil überträgt man dann auch auf das Wöchnerinnenasyl, in dessen Bestimmung es ja natürlich liegt, sich in den meisten Dingen den Anforderungen, die man an ein gutes Krankenhaus stellt, anzupassen, denn nur so kann es seiner Aufgabe gerecht werden.

Darin mag auch der Grund gefunden werden, daß es bisher noch verhältnismäßig wenige Arbeitgeber unternommen haben, für ein Wöchnerinnenasyl zu sorgen. Daß in der Zeit des Wochenbettes etwas für Frau und Kind geschehen muß, darüber ist man sich einig, aber in der Regel begnügt man sich damit, eine Pflegerin, die der

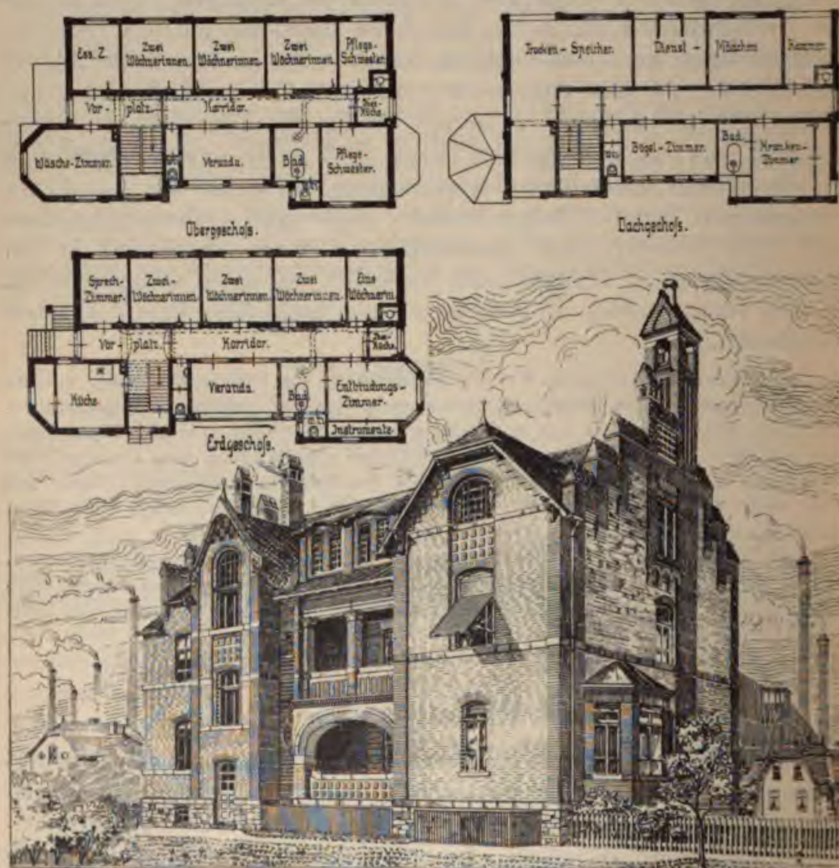


Abb. 17. Wöchnerinnenasyl der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning, Höchst a. M.
(Im Untergeschoß befindet sich gleichzeitig ein Frauen- und Kinderbad.)

Mutter gleichzeitig die Sorge für Haushalt und Kinder in dieser Zeit abnimmt, anzustellen, die Utensilien für die Wochenstube leihweise zu überlassen bzw. unentgeltlich zu liefern usw.

Wir haben es hier vorläufig nur mit dem eigentlichen Wöchnerinnenasyl zu tun und wählen zur Veranschaulichung das Beispiel der **Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning** in **Höchst a. M.** (Abb. 17). Die Firma schreibt über den Zweck, den sie mit ihrer Einrichtung verfolgt: „Das Wöchnerinnenasyl soll den Zweck erfüllen, die Arbeiterfrauen und ihre Familien vor den mancherlei Mißständen zu bewahren, welche Entbindung und Wochenbett in ihren, wenn auch sonst ausreichenden Wohnungen mit sich bringen müssen; insbesondere aber sollen die Frauen dadurch verhindert werden, zu früh nach der Entbindung das Bett zu verlassen und sich den Hausarbeiten zu widmen, was bekanntlich besonders geeignet ist, ihre Gesundheit zu untergraben. Die Frauen finden demnach in der Anstalt zur Entbindung für die von der Hebamme bzw. dem Anstaltsarzte für wünschenswert erachtete Zeit vor und nach derselben kostenfrei Aufnahme und Verpflegung. Ist während dieser Zeit eine Aushilfe im Haushalte des betreffenden Arbeiters erforderlich, so trägt die Firma zwei Drittel der Kosten hierfür.

In der Anstalt können in sechs Zimmern zu je zwei Betten nebst Säuglingsbetten und in drei Einzelzimmern bis zu 15 Wöchnerinnen gleichzeitig Aufnahme finden. Außerdem sind vorhanden ein Entbindungszimmer mit vollständigem geburtshilflichen Instrumentarium im Erdgeschoß und zwei Entbindungszimmer im 1. Stock, ein Warte- und Schreibzimmer, drei Badezimmer, zwei gedeckte Veranden, die Wohnräume für das Pflege- und Dienstpersonal, die Wirtschaftsräume usw.

Die Anstalt ist nach allen für Krankenhäuser geltenden Prinzipien erbaut und eingerichtet. Die ärztliche Oberleitung ist dem Königl. Kreisarzt in Höchst a. M. übertragen, für die unmittelbare Leitung der Anstalt ist eine als Hebamme ausgebildete und geprüfte Schwester vom Roten Kreuz in Wiesbaden angestellt, der neuerdings noch eine Hilfsschwester beigegeben werden mußte."

Auch hier machte man wieder die Erfahrung, daß die Frequenz im Anfang schwach war. Doch hat sich dieselbe in den vier Jahren des Bestehens der Einrichtung so gehoben, daß die Anstalt zeitweilig bereits voll besetzt war.

Hausordnung des Wöchnerinnenheims

der

Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning, Höchst a. M.

Aufrechterhaltung der größten Ruhe, Ordnung und Reinlichkeit sind im Interesse der in der Anstalt Hilfe Suchenden geboten und sind hierzu alle darin verkehrenden Personen strengstens verpflichtet. Insbesondere ist jeder störende Lärm, überlautes Sprechen in den Zimmern, wie auf den Gängen und Treppen untersagt.

Die Anmeldung zur Aufnahme in die Anstalt hat rechtzeitig unter Angabe der voraussichtlichen Zeit der Niederkunft stattzufinden. Die Aufnahme selbst erfolgt auf Grund eines nach der Anmeldung von der zuständigen Stelle ausgegebenen Berechtigungs-Scheines.

Jede angemeldete Frau soll sich ca. 14 Tage vor der Aufnahme der leitenden Schwester im Wöchnerinnenheim vorstellen.

Für dringende Fälle, bei denen eine vorhergehende Anmeldung unmöglich war, sind am Eingange jeder Fabrikabteilung Aufnahmekarten zu erhalten und ist die Schwester befugt, Hilfesuchende gegen Vorzeigung dieser Karte aufzunehmen.

Die Aufgenommenen haben ihre eigenen Kleidungsstücke abzugeben und erhalten die für den Aufenthalt in der Anstalt nötigen Kleidungsstücke und Wäsche für sich und das Kind. Für letzteres sind die zur Verbringung nach der eigenen Wohnung nötigen Wäsche- und Kleidungsstücke mitzubringen.

Die Aufgenommenen sind strengstens verpflichtet, den Vorschriften des Arztes und der Oberschwester, sowie den Anweisungen des Pflegepersonals pünktlich nachzukommen.

Ohne Erlaubnis darf weder das Bett noch die Anstalt verlassen werden.

Das Öffnen oder Schließen der Fenster, Verstellen der Ventilations- und Heizvorrichtungen, sowie Änderung an den Verschlüssen der Gas- und Wasserleitung sind untersagt; ebenso dürfen Gegenstände irgend welcher Art weder in die Entwässerungsbecken, noch in die Aborte oder aus den Fenstern geworfen werden.

Besuche in der Anstalt sind nur den Männern der in Pflege befindlichen Frauen erlaubt und dürfen solche im Interesse der Wöchnerinnen nicht länger als eine Viertelstunde dauern; als Besuchszeit ist die Stunde von 12—1 Uhr mittags festgesetzt.

Das Betreten des Wöchnerinnenheims ist für jeden Unberechtigten verboten.

Eßwaren und Getränke dürfen den Wöchnerinnen unter keinen Umständen zugetragen werden.

Den Pflegeschwestern Geschenke anzubieten ist nicht gestattet.

Der Aufenthalt und die Verpflegung in der Anstalt wird von den Farbwerken vorm. Meister, Lucius & Brüning ohne jegliche Kostenvergütung gewährt.

Anmeldung für das Wöchnerinnenheim.

Tag der Anmeldung: ....
Name des Arbeiters: ....
Art der Beschäftigung: ....
Vorname der Frau: ....
Alter der Frau: ....
Anzahl der lebenden Kinder: ....
Anzahl der Geburten: ....
Voraussichtliche Zeit der Niederkunft: ....
Hilfe im Hause: ....

E. Fürsorge für die Angehörigen.

I. Krippen.

Wohl überall da, wo Frauenarbeit in großem Umfange in industriellen Betrieben üblich ist, haben sich die Arbeiterfamilien diesen Verhältnissen angepaßt, und das Einkommen der Arbeiterfrau ist ein notwendiger Faktor des Gesamteinkommens der Arbeiterfamilie geworden. Die Frau wird deshalb die Arbeit meist nur dann unterbrechen, wenn sie arbeitsunfähig ist. So wird sie sobald als möglich nach ihrer Niederkunft — nach den Berichten mancher Gewerbeinspektoren oft zu früh — die Arbeit wieder aufnehmen und ihr

junges Kind am Tage der Pflege Fremder überlassen. Ist diese letztere Erscheinung auch äußerst beklagenswert, so muß man doch mit ihr rechnen und ihre Schäden zu mildern suchen. Soweit diese die Pflege der Säuglinge betreffen, dürften sie teilweise durch die sog. Krippen beseitigt werden. Dies sind Kinderbewahranstalten, die Kinder bis etwa zu zwei oder drei Jahren aufnehmen und tagsüber pflegen. Die Arbeiterin bringt ihr Kind, sobald sie zur Arbeit geht, in die Anstalt und holt es wieder ab, wenn sie nach Hause zurückkehrt.

Eine Musteranstalt[1]) ist die im Jahre 1884 von dem Großindustriellen **Eduard Hösch in Düren** erbaute Maria Apollonia-Krippe (Abb. 18a—c): „Sie wurde mit einem Kapital von 300000 *M* ausgestattet, von dem 24000 *M* für Baugelände, 68000 *M* für den Bau und 20500 *M* für die innere Einrichtung verwandt wurden. Die Zinsen von dem Rest dienen als Betriebskapital. Das Gebäude enthält im Erdgeschoß zwei Säle,

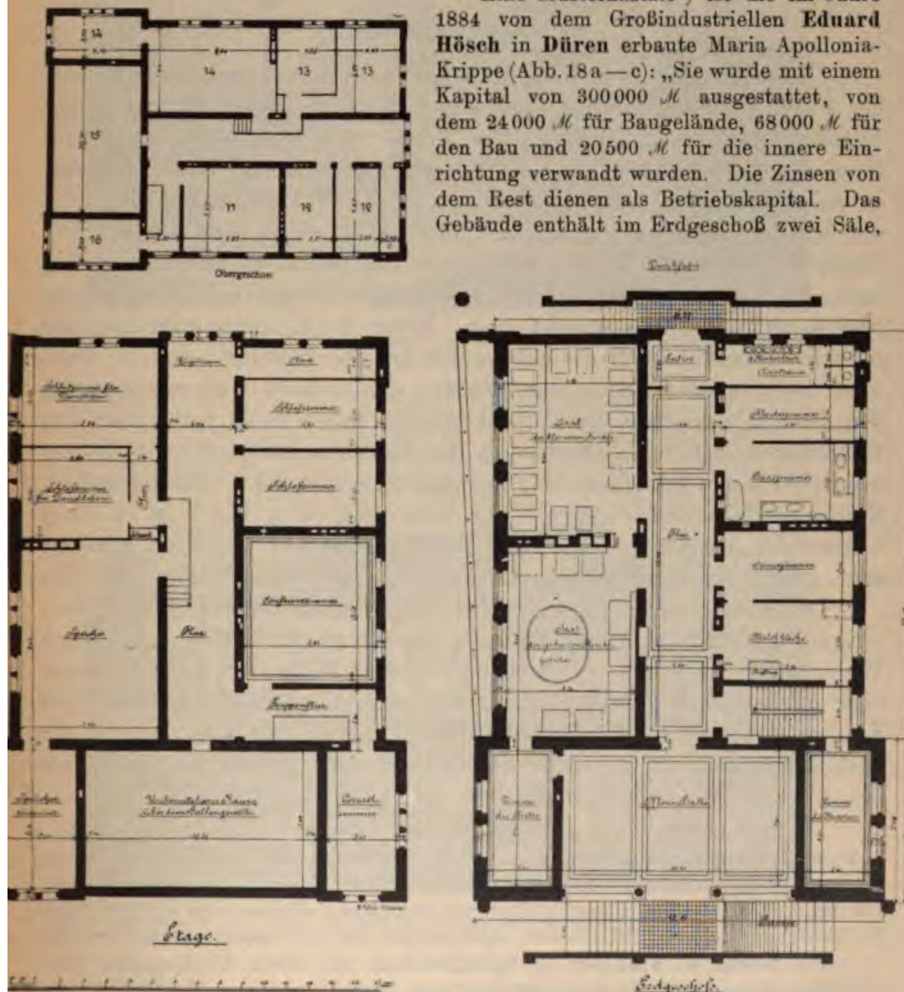


Abb. 18a—18c. Maria Apollonia-Krippe in Düren, erbaut von Herrn Eduard Hösch in Düren. (Die oberste Skizze in verkleinertem Maßstab.)

1) Aus Albrecht, Seite 36.

den einen für ältere Kinder (Gehschule), den anderen für die kleineren Kinder, Zimmer des Arztes und der Vorsteherin, Badezimmer, Speisezimmer und Milchküche, in welcher in Ermangelung eines als wünschenswert zu bezeichnenden besonderen Raumes für diesen Zweck die Mütter ihre Kinder auch selbst stillen. Das obere Geschoß enthält Konferenzzimmer, Bade-, Vorrats- und Schlafräume für das Personal; Küche, Waschküche und sonstige Wirtschaftsräume befinden sich im Kellergeschoß. Die von den Kindern benutzten Räume werden durch Luftheizung erwärmt. Die Verwaltung der Stiftung liegt in den Händen eines Vorstandes, die Aufsicht über den inneren Betrieb wird von den Aufsichtsdamen wahrgenommen."

II. Kindergärten.

Die Kindergärten oder Kinderbewahranstalten verfolgen den Zweck, der Frau, welche gezwungen ist, durch Mitarbeit zum Unterhalte der Familie beitragen zu helfen, die Pflege und Beaufsichtigung ihrer Kinder zu erleichtern. Das uns vorliegende Material zeigt, daß fast in jedem größeren Betriebe, der überhaupt Frauen beschäftigt, für die Kleinen Sorge getragen ist. Viele Werke haben besondere Gebäude zu diesem Zwecke errichtet, in welchen dann oft zweckmäßig auch die Räumlichkeiten für eine etwa eingerichtete Handarbeitsschule oder dergl. mit untergebracht sind. Wenn die Kinderbewahranstalten auch in erster Linie für die Kinder der Arbeiter bestimmt sind, so stellt man doch meistens auch den Kindern der anderen Ortseingesessenen den Besuch derselben frei. Man macht dabei dann wohl nur den Unterschied, daß man den Besuch der Bewahranstalten für die Kinder der betreffenden Fabrikarbeiter unentgeltlich sein läßt, während andere Kinder einen monatlichen Beitrag von etwa 50 ₰ bis 1 ℳ zu den Kosten der Anstalt leisten. Eine Reihe von Bewahranstalten erheben aber auch von ihren Arbeiterkindern eine derartige mäßige Gebühr.

Die Einrichtung trägt in der Regel ganz den Charakter derartiger, gemeinnütziger Anstalten. Die Kinder werden in gleicher Weise beschäftigt und stehen hier wie dort unter der Aufsicht einer oder nach Bedarf mehrerer Schwestern oder Kindergärtnerinnen. Die Kinder besuchen die Anstalt gewöhnlich in der Zeit von 9—12 Uhr vormittags und von 2—4 Uhr nachmittags. Es kommt hauptsächlich das Alter zwischen 2 und 6 Jahren in Betracht.

Die mechanische Weberei der Firma **Gebr. Laurenz** zu **Ochtrup** und **Epe** in Westfalen hat im ganzen drei Kinderbewahranstalten (Abb. 19 u. 20) eingerichtet, welche täglich von etwa 400 Kindern besucht werden. Die Kinder stammen sowohl aus den Kreisen der Fabrikangehörigen wie aus allen Schichten der übrigen Ortsbevölkerung. Leitung, Betrieb usw. sind ähnlich den oben angedeuteten Normen.

Die Firma **W. Spindler** in **Spindlersfeld** hat einen Kindergarten eingerichtet. Zwei geprüfte Kindergärtnerinnen beschäftigen von 9—12 Uhr vormittags und außer Mittwochs und Sonnabends von 2—4 Uhr nachmittags etwa 80 drei- bis sechsjährige Kinder von in Spindlersfeld tätigen Personen, im Winter in zwei Sälen, im Sommer im großen Gartenzelt bzw. dem Garten. Für jedes Kind werden monatlich 50 ₰ Beitrag erhoben.

Aus dem Reglement für die Kinderbewahrschule der Firma **F. Brandts in M.-Gladbach** sei folgendes angeführt: Die verheirateten Arbeiter sind berechtigt, ihre nicht schulpflichtigen Kinder (vom dritten Lebensjahre ab) in die von „Schwestern" geleitete Kinderbewahrschule im St. Josephshause zu schicken.



Abb. 19. Bewahr- und Handarbeitsschule in Epe der Firma Gebr. Laurenz zu Ochtrup.



Abb. 20. Bewahr- und Handarbeitsschule der Spinnerei Ochtrup der Firma Gebr. Laurenz zu Ochtrup.

Das Schulgeld beträgt (für solche, denen die Zahlung leicht wird) monatlich 40 ₰; für Kinder von nicht in der Fabrik Beschäftigten 50 ₰. Schulstunden morgens von 8—11, nachmittags von 2—4 Uhr. Besuch 80—120 Kinder.

Die **Norddeutsche Jutespinnerei und -weberei in Schiffbek** bei Hamburg schreibt über ihren Kindergarten folgendes: „Derselbe befindet sich in einem

neu errichteten Gebäude und hat den Zweck, den Kindern unserer Arbeiter, während die Eltern in der Fabrik bei der Arbeit sind, als Aufenthalt zu dienen, damit sie in den Wohnungen nicht sich selbst überlassen bleiben oder auf der Straße verwildern. Für Überwachung und Unterhaltung der Kinder, wie zur Führung des Kindergartens ist eine Haushälterin und eine Kindergärtnerin angestellt. Alle Kinder, welche das zweite Lebensjahr überschritten haben, gesund sind und gehen können, werden in den Kindergarten aufgenommen und können daselbst bis zum vollendeten 13. Lebensjahre verweilen. Unser Fabrikarzt hat über den Gesundheitszustand der Kinder zu wachen. Der Kindergarten ist während der Arbeitsstunden in unserer Fabrik geöffnet und zwar von 6—12 Uhr vormittags und von 1—7 Uhr nachmittags. Die Eltern können demnach ihre Kinder vor Beginn der Arbeit in den Kindergarten bringen und nach Schluß derselben wieder abholen, so daß dieselben das Mittag- resp. Abendbrot mit den Eltern einnehmen. Während des Aufenthaltes in dem Kindergarten erhalten die Kinder zum mitgebrachten Frühstücks- und Vesperbrot unentgeltlich je einen Becher Milch. Besonders wird darauf geachtet, daß die Kinder in sauberstem Zustande in dem Kindergarten erscheinen; gegenwärtig besuchen denselben 90 Kinder."

III. Spielplätze.

In allen Städten sind Plätze vorhanden, auf denen die Jugend spielen und sich austollen kann. Auch die kleinste Gemeinde hat einen solchen Platz, der dort gewöhnlich Schul-, Kirch- und Turnplatz zugleich ist. Angebracht muß es erscheinen, daß auch in Arbeiterkolonien für solche Plätze gesorgt wird.

Die Firma **Hermann Wuppermann, Pinneberg**, hat in der Nähe ihrer Arbeiterwohnungen einen Spielplatz eingerichtet, der 2000 qm groß ist und auf dem sich Wippe, Barren und Schwebebaum befinden.

Ferner haben die **Burbacher Hütte** bei ihren Hüttenschulen, die Firma **Gebr. Stumm** und die Firma **J. Wülfing & Sohn** bei ihrer Kinderbewahranstalt einen geräumigen Spielplatz herstellen lassen.[1])

IV. Arbeitergärten.

Eine zwar noch nicht weit verbreitete, aber doch unsrer Meinung nach äußerst praktische und nützliche Einrichtung auf dem Gebiete der Arbeiterwohlfahrtspflege bedeuten die Arbeitergärten. Man verfolgt mit denselben sowohl einen materiellen, als auch einen ideellen Zweck. Erstens sollen sie dem Arbeiter helfen, sich die täglichen Küchenbedürfnisse an Gemüse, Kartoffeln usw. auf billige Art zu verschaffen und zweitens ist die mit Instandhaltung und Bepflanzung dieser Gärten verbundene gesunde Arbeit geeignet, dem Arbeiter für seine Feierstunden diejenige Ruhe und Heiterkeit zu verleihen, die immer mit der intensiven Beschäftigung mit irgend einem Stückchen Natur verbunden ist. Nicht immer aber findet man sofort ein freudiges

1) Aus Mieck a. a. O. Seite 48.

Verständnis, wenn man zur Einrichtung solcher Gärten schreitet, und man hat natürlich auch hier damit zu rechnen, daß dem Arbeiter die Ausdauer und Lust zu einer solchen Beschäftigung fehlt. In der Regel aber findet er doch, daß es gar nicht unpraktisch ist, sich seinen täglichen Bedarf an schönen Früchten und Gemüsen im eigenen Garten holen zu können. So wird für ihn zunächst das rein materielle Interesse allein in Frage kommen und ihn zur Bestellung des Gartenlandes veranlassen. Aber das schadet auch gar nichts, dem segensreichen Einflusse der Natur und ihres Wirkens kann er dennoch nicht entgehen. Ganz allmählich wird er doch Freude haben, nicht nur an den Früchten seines Fleißes, sondern auch an der Arbeit selber, und so ist denn auch die Wirkung der Arbeitergärten oft eine ausgezeichnet erziehliche gewesen.

Die Ausführung des Gedankens geschieht zumeist in der Weise, daß die Fabrik bzw. der Arbeitgeber in geeigneter Lage ein Stück Land erwirbt, das in Parzellen von etwa 300—2500 qm eingeteilt wird. Die einzelnen Parzellen werden durch kleine Wege zugänglich gemacht und womöglich wird durch die Anlegung eines Brunnens für das nötige Wasser gesorgt. Die Parzellen werden nun an Fabrikangehörige verpachtet. Der Pachtbetrag wird natürlich äußerst niedrig bemessen. In der Regel so, daß eine 1—1½ prozentige Verzinsung des Anlagekapitals herauskommt.

Der letzte „Kongreß für Arbeitergärten", der im Oktober 1903 in Paris tagte, trat u. a. dafür ein, daß die Sonntagsarbeit in den Arbeitergärten zu gestatten sei.

Von dem Besitzer der Feinsteingutfabrik von M. Roesler in Rodach (Herzogtum Koburg) ging uns folgende Mitteilung über seine Erfahrungen auf dem Gebiete der Arbeitergärten zu:

„Jede Einrichtung muß bodenwüchsig sein, angepaßt den örtlichen Personen, Verhältnissen und Gewohnheiten. Bei ihrer Errichtung wie bei ihrer Fortführung ist die Persönlichkeit, vor allem das persönliche Beispiel, alles. So auch bei den Arbeitergärten, denen ich übrigens eine große Wichtigkeit nicht beimesse, die mir aber Freude machen und aus denen meine Leute Nutzen ziehen. Würden sie diesen nicht davon haben, so fiele es ihnen nicht ein, auch nur einen Finger in den Gärten zu rühren, oder ihre Feierabendstunden mit Frau und Kindern arbeitend darin zu verbringen. Ich fand erst dann Pächter für die Grundstücke, als der Pachtschilling so niedrig gesetzt wurde, daß ein hübscher Vorteil für die Leute herausschaute. Mir verzinsen sich die Stücke auf 2 % des Anlagekapitals. Ich habe vor fünf Jahren ein großes Grundstück neben meiner Fabrik eingezäunt, in der Mitte mit einem Brunnen versehen und dann in 15 Quartiere von ca. 300 qm jedes geteilt. Die Leute bauen außer Frühkartoffeln allerhand Gemüse. Mein Gärtner ging und geht ihnen dabei auf Wunsch zur Hand. Wer sein Stück nicht fleißig bearbeitet, düngt und wechselnd bebaut, dem wird es entzogen. Das letztere kam nur anfangs vor, jetzt herrscht reger Wettbewerb. Ganz neuerdings habe ich ein zweites größeres Grundstück ebenfalls für 15 Gärten hergerichtet, zu 500 qm jeder, habe aber vorher das ganze Grundstück auch mit Äpfel- und Pflaumenbäumen bepflanzt.

Die größere Fläche soll den Leuten gestatten, einen Teil derselben mit Grünfutter für eine Ziege außer mit Kartoffeln, Gemüse usw. zu bepflanzen. Auch die Pflege der Bäume liegt den Leuten ob, wogegen ich ihnen auch die Ernte davon lassen werde, wenn sie Eifer dafür bekunden. Außer sorglicher Pflege, dem Verlangen, daß alle Bodenbearbeitung mit der Hand zu geschehen hat und daß das Eigentum der Nachbarn geachtet und geschont werde, gibt es keine Vorschriften. Der kleine jährliche Pachtbetrag muß bis zum 1. Oktober bezahlt sein, meinetwegen in noch so kleinen Raten. Meine eigenen Gärten stehen meinen sämtlichen Arbeitern stets in den Pausen offen, um sich darin Rat und Beispiel zu holen. — Ich schenke nichts, bei keiner meiner verschiedensten Einrichtungen. Schenken ist immer ein Fehler. Die Leute bezahlen, allerdings wenig, aber was sie für ihre Bezahlung bekommen, das ist ihr Recht und Besitz, und dafür haben sie nicht weiter zu danken als durch ihre verständige Behandlung und Benutzung des Gebotenen. — Ob die Gärten erziehlich wirken, kann ich nicht sagen. Ich hoffe, daß dies mit der Zeit der Fall sei. Aber ich denke auch etwas anders über Arbeitererziehung als dies Thema von Theoretikern in Schriften behandelt wird. Die Gärten kommen ja nur einem kleineren Teil meiner Arbeiterschaft zugute und nur solchen, bei denen ein solcher Garten einem vorhandenen wirtschaftlichen Bedürfnis entspricht, denen die Bearbeitung als lohnend und für ihre Verhältnisse geeignet erscheint. Es läßt sich auch nicht sagen, ob die befriedigenden Beobachtungen an Verhalten und Lebensführung meiner Arbeiter ein Resultat der einen oder anderen meiner Veranstaltungen sind."

Dieses sehr zurückhaltende Urteil über seine Wohlfahrtseinrichtungen und den Wert der Arbeitergärten insbesondere wird den von dem hochverehrten Vertreter des „Fabrikantenadels" nicht übermäßig geschätzten Theoretiker und, wie wir hoffen, auch den nacheifernden Praktiker nicht beirren. Warum hat sich Max Roesler ein langes, arbeitsreiches Leben hindurch um das Wohl seiner Arbeiter gemüht, warum hat er ihnen speziell Gelegenheit gegeben, nach den ideellen und materiellen Schätzen der Mutter Erde zu graben? Er sagt es selbst: weil er seine Freude daran hat und seine Arbeiter den Vorteil. Der beiderseitige Nutzen ist gewahrt. Das ist der Geist, in dem allein Wohlfahrtseinrichtungen Bestand haben.

F. Sonstiges.

I. Waschanstalten.

Die Waschanstalten, die selbstverständlich, wo sie vorhanden sind, gleich mit Trockenboden und zuweilen auch mit Mangelzimmer verbunden sind, findet man in Fabriken nicht eben häufig. Eine solche Anlage, in der die Arbeiterfamilien außerhalb ihrer Wohnung ihre Wäsche reinigen können, hat zweifellos für den Arbeitgeber wie für den Arbeiter großen Nutzen. Dem Arbeitgeber werden die Wohnungen nicht durch die Waschdämpfe verdorben, ein sonst immer stark hervortretender und doch nicht zu umgehender Übelstand, und die Arbeiterfamilien sparen an Heizmaterial, Geräten und schonen schließlich auch durch das Fortfallen des bereits erwähnten Wäschedunstes in den Wohnräumen ihre Gesundheit.

Ein Beispiel einer Wasch- und Trockeneinrichtung, wie es sich bei der Augsburger Kammgarnspinnerei findet, gibt uns Post in Band II seiner Musterstätten. Es heißt dort: Das Waschhaus (in diesem Falle ist dasselbe auch noch mit einem Badehaus zu unentgeltlicher Benutzung verbunden) steht mit dem verschiedenen Wohlfahrtszwecken dienenden Gebäudekomplex in Verbindung. Ein kleiner, unterirdischer Tunnel verbindet die Kellerräume mit dem etwa 18 m entfernten, nächstgelegenen Fabrikgebäude und dient zur Zuleitung von Wasser und Dampf. Der nördliche Teil des Kellerraumes bildet ein Reservoir aus Zementmauerwerk von etwa 40 cbm Inhalt und dient als Sammelbehälter des von den nächsten Fabriksälen abfließenden Kondenswassers, welches ein vorzügliches, weiches Waschwasser ergibt. Das Erdgeschoß enthält zwölf vollständig voneinander getrennte Waschküchen, ist durch den Eingang und das Treppenhaus von West nach Ost und durch einen mittleren Gang von Nord nach Süd in vier gleiche Teile, mit je drei Waschküchen, geteilt. Am nördlichen Ende des Ganges befindet sich der Kondensator für die im Hausgang befindliche Dampfheizung, am südlichen Ende hat eine Schleudermaschine Aufstellung erhalten. Über beiden Enden des Ganges und in ganzer Breite steigt je ein Schlot auf zum Abführen der Dämpfe aus den Waschküchen. Dieselben haben bewegliche Klappen zum beliebigen Öffnen und Schließen. Im ersten Stockwerk liegt südlich die Wohnung der Verwalterin. An diese Wohnung stößt auf der westlichen Seite das Mangelzimmer, an welches sich in fortlaufender Reihe drei weitere Waschküchen anschließen. (Der übrige Raum des ersten Stockwerkes enthält in diesem Falle Badekabinen.) Der Dachboden ist durch Lattenverschläge in vier Trockenräume abgeteilt und enthält auf der nördlichen Seite zwei kupferne Behälter von zusammen 2,5 cbm Inhalt, in welche vermittels einer kleinen Dampfstrahlpumpe das Kondenswasser aus dem Wasserbehälter im Keller getrieben wird, um von da aus, vermittels einer, in allen Waschküchen sich verzweigenden Druckleitung als Waschwasser verwendet zu werden. Das ganze Haus ist mit Gasbeleuchtung versehen.

Jede Waschküche hat einen Dampfwaschkocher, eine Zuleitung für Kondenswasser und eine solche für gewöhnliches Brunnenwasser, zwei Waschtische, zwei Waschzuber, einen Handkübel und drei Schemel. Der obere Teil der Wand, längs des mittleren Hauptganges, ist durchbrochen zum Abzug der Dämpfe. Der durchbrochene Teil ist aus gebrannten Formsteinen hergestellt. Der Fußboden besteht aus Portlandzement und hat ziemlich starke Neigung gegen einen mitten in der Küche angebrachten Einfallschacht, welcher mit dem durch die Mitte des Hausganges laufenden Abwasserkanal in Verbindung steht. Der Einfallschacht, sowie der Abwasserkanal sind mit beweglichen, durchbrochenen Eisengittern bedeckt. Die Seitenwände des Hausganges, sowie die der Waschküchen sind auf 1,50 m Höhe mit Ölfarbe gestrichen. Die erwähnte Schleudermaschine ist mit einer Kurbel mit selbsttätiger Auslösung versehen. Das Mangelzimmer enthält eine Mangel mit festgelagerten Walzen und einen Tisch.

Der Betrieb der Waschanstalt wird durch nachstehende Verordnung geregelt:

§ 1. Die Waschanstalt ist für die Angehörigen der Augsburger Kammgarnspinnerei jeden Tag, an welchem in der Fabrik gearbeitet wird, von morgens 6 Uhr bis abends 9 Uhr offen. Kinder unter 12 Jahren dürfen die Waschküche nicht betreten. Fremde Wäsche darf hier nicht gewaschen werden.

§ 2. Wer zu waschen beabsichtigt, hat sich persönlich im Laufe der vorhergehenden Woche bei der Verwalterin zu melden und seinen Namen für eine bestimmte Zeit und eine numerierte Waschküche einschreiben zu lassen.

§ 3. Am Waschtage führt die Verwalterin die Wäscherin in die für sie bestimmte Waschküche und übergibt ihr die dazugehörigen Schlüssel. Die Wäscherin hat mit Wasser und Dampf sparsam umzugehen und die Waschgeräte möglichst zu schonen. Für während der Waschzeit etwa abhanden ge-

kommene oder durch Nachlässigkeit beschädigte Gegenstände ist die betreffende Wäscherin haftbar. Alle beweglichen Gegenstände tragen die Nummer der betreffenden Waschküche. Nach der Wäsche muß alles sauber gereinigt und geordnet und die Schlüssel persönlich der Verwalterin zurückgegeben werden. Wird eine Waschküche oder deren Einrichtungsgegenstände in unsauberem Zustande verlassen, so läßt die Verwalterin dieselben auf Kosten der betreffenden Wäscherin nachträglich reinigen.

§ 4. Die Benutzung der Waschküche ist kostenfrei.

§ 5. Ein Trockenraum darf höchstens von zwei Personen zugleich benutzt werden. Bei Nacht darf der Trockenboden nicht betreten werden.

§ 6. Während der Verrichtung ihrer Arbeit dürfen Frauen, welche kleine Kinder haben, dieselben in dem Wartezimmer unterbringen.

§ 7. Jedermann hat den Anordnungen der Verwalterin Folge zu leisten.

In einem Anmeldebuch werden die Namen der sich zum Waschen anmeldenden Frauen für eine bestimmte Tageszeit und eine bestimmte Waschküche vorgemerkt. In das Kontrollbuch für die Waschanstalt werden die Waschenden in fortlaufender Reihe, sowie die Daten, an welchen die Wäsche gehalten wurde, nach folgendem Schema eingetragen:

Familien-Vorstand	Stand	Kopfzahl	Wäsche-Tage						
Mich. Brunner	Spinner	5	15. Jan.	29. Jan.	12. Febr.	27. Febr.	11. März	31. März	11. April
Maria Müller	Zwirnerin	1	10. Jan.	24. Jan.	13. Febr.	20. Febr.	4. März	12. März	23. März

Es wird versichert, daß die Anstalt sich großer Beliebtheit erfreue. Nach den gemachten Erfahrungen reichten Waschküchen sowie Trockenböden selbst bei Regenwetter vollständig aus. Eine zweite Mangel sowie eine zweite Schleudermaschine erwiesen sich jedoch bald als notwendig.

II. Altersheim.

Viele Arbeitgeber haben es sich zur Aufgabe gemacht, auch für ihre alten, nicht mehr, oder nur teilweise arbeitsfähigen Arbeiter zu sorgen. Kommen alle darauf bezüglichen Einrichtungen scheinbar nur dem Arbeiter zugute, so hat doch auch der Arbeitgeber davon erheblichen Nutzen. Seine Arbeiter werden, wenn er ihnen einen einigermaßen sorgenfreien Lebensabend verschaffen hilft, mehr als sonst seine Interessen wahren, größere Anhänglichkeit zeigen und nicht so leicht wechseln. Von diesen Einrichtungen, die auf eine materielle Sicherstellung des Arbeiters im Alter abzielen, sind an dieser Stelle die Altersheime zu erwähnen. In ihnen finden sowohl Ehepaare wie alleinstehende Arbeiter und Arbeiterinnen Aufnahme. Sie erhalten dort Wohnung, Heizung und Beleuchtung unentgeltlich oder gegen geringe Vergütung. Für die Pflege erkrankter oder gebrechlicher Personen ist meist gesorgt.

Die Firma **Gebr. Laurenz, Ochtrup**, hat in ihrem Krankenhaus eine Abteilung für Invalidenpflege eingerichtet und dafür sieben Zimmer reserviert. Die

Anstalt liegt in einem Garten, der den Arbeitern zur Verfügung steht, hat Zentralheizung, elektrisches Licht usw. Ende 1902 befanden sich 16 „Alterspensionäre" im Invalidenheim. — Der Pflegesatz beträgt in der Normalklasse für Krankenkassenmitglieder und Einheimische 50 ₰ pro Tag, in der besonderen Klasse 1 ℳ.

Während die meisten Altersheime solche geschlossenen Anstalten sind, hat das Altersheim, das die **Höchster Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning** ihren Arbeitern geschaffen haben, ein anderes Aussehen. Die Firma baut Einfamilienhäuser, die an Arbeiter und Aufseher nach Zurücklegung einer 25jährigen Dienstzeit zur mietfreien Benutzung auf Lebenszeit vergeben werden, gleichgültig, ob der Betreffende invalid ist oder nicht. Das Arbeiterheim — so nennt es die Firma — zählt 60 Häuser von verschiedener Größe und Bauart, die auf einem



Abb. 21. Arbeiterheim der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning, Höchst a. M.

3 ha großen, umfriedigten und parkartig bepflanzten Grundstück zerstreut liegen. Jedem Hause ist ein kleiner Nutzgarten und ein Ställchen zugeteilt. — Der Grund und Boden wurde von der Firma zur Verfügung gestellt, der Bauaufwand aus einer Stiftung von Mitgliedern der Firma im Betrage von 300000 ℳ gedeckt. — Gegenwärtig sind weitere 20 Wohnungen im Bau begriffen. Die Firma hat zu diesem Zwecke $5^1/_2$ ha angekauft und der Aufsichtsrat aus eigenen Mitteln 100 000 ℳ gestiftet. (Abb. 21.)

III. Schwesternhaus.

Eine Reihe der großen industriellen Betriebe haben Krankenschwestern angestellt, die dort, wo es nötig ist, die nicht im Krankenhaus untergebrachten Erkrankten pflegen sollen. Wichtig ist auch, daß die Schwestern die Wöchnerinnenpflege übernehmen und, wenn

es nötig ist, den Haushalt der Wöchnerinnen in Ordnung halten. Die Schwestern scheinen auch sehr geeignet, die Armenpflege auszuüben, sich überhaupt der in Notlagen geratenen Arbeiterfamilien anzunehmen. Ihnen gelingt es eher als den Beamten der Firma, Not und Elend aufzuspüren. Sie können am besten den vom Unglück Betroffenen helfend und tröstend zur Seite stehen, zur Selbsthilfe veranlassen oder die Fabrikleitung von der Notlage in Kenntnis setzen.



1. Obergeschoß.



Erdgeschoß.

Abb. 22 a. Schwesternhaus der Badischen Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen.

Dadurch wird es auch erreicht, daß die für besondere Notlagen geschaffenen Wohlfahrtseinrichtungen nicht mißbräuchlich benutzt, sondern immer den Bedürftigsten zuteil werden.

Sind mehrere Schwestern tätig, dann haben einzelne Arbeitgeber besondere Schwesternhäuser errichtet, in denen sich außer den Wohnungen der Schwestern Arztzimmer, Warteräume usw. befinden.

Beispielsweise hat die Firma **W. Spindler** zur Pflege ihrer erkrankten Arbeiter und deren Angehörigen zwei Diakonissen angestellt, die 1902 59 Personen an 432 Tagen und in 126 Nachtwachen pflegten. — Ferner hat die

Badische Anilin- und Sodafabrik,[1] **Ludwigshafen,** im Jahre 1890 eine Krankenschwesterstation (Abb. 22a und 22b) eingerichtet, in der außer der Wohnung für drei Pflegeschwestern ein Ambulatorium mit Warteraum und Ordinationszimmer nebst getrennter Wohnung für einen Heilgehilfen untergebracht ist. Die vom Zentralkomitee des bayrischen Frauenvereins vom Roten Kreuz abgeordneten Schwestern, für deren Unterhalt die Fabrik sorgt, üben die Pflege der erkrankten Angehörigen der Arbeiter in deren Wohnungen aus.



Abb. 22b. Schwesternhaus der Badischen Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen.

In Dessau[1] hat der Verein Anhaltischer Arbeitgeber Diakonissen angestellt, die ihre Tätigkeit in erster Linie der Pflege erkrankter Arbeiter oder Familienangehöriger von Arbeitern der dem Vereine angeschlossenen Betriebe widmen. Dieselben pflegen auch den Sitzungen der Arbeiterausschüsse beizuwohnen, in denen ihre ausgebreitete Kenntnis aller bezüglichen Verhältnisse eine wesentliche Hilfe, namentlich in allen Unterstützungsangelegenheiten, ist.

1) Aus Albrecht a. a. O. Seite 350.

Sachregister.

Verzeichnis der Abbildungen und Tafeln.

Erklärung: Vordere Ziffern = Abbildungs-Nummern. Hintere Ziffern = Seitenzahlen.

Abschnitt I. Die Fabrikgebäude.

Abschnitt II. **Heizung, Lüftung und Beleuchtung. Wasserversorgung, Abwässerbeseitigung und Reinigung der Abwässer.**

A. Heizung.

B. Lüftung.

C. Beleuchtung.

Abschnitt III. Innere Einrichtung.

Die Kraftanlagen.

Die Transmission.

Die Transporteinrichtungen.

Die Vorrichtungen zur Verhütung von Unfällen.

Abschnitt IV. **Bauliche Anlagen für die Wohlfahrt der Arbeiter.**

Wohnung und Unterkunft.

Ernährung.

Erholung und körperliche Pflege.

Fürsorge für die Angehörigen.

Sonstiges.

